



MODELANDO O ENSINO DE BALÍSTICA POR MEIO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Thomás Silva Correa

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Polo 04: IFAM/UFAM no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Dr. José Galúcio Campos

Manaus-AM
2022

MODELANDO O ENSINO DE BALÍSTICA POR MEIO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Thomás Silva Correa

Orientador: Dr. José Galúcio Campos

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Polo 04: IFAM/UFAM no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

Dr. José Galúcio Campos – IFAM (Presidente)

Dr. José Ricardo de Sousa – UFAM (Membro-Interno)

Dr. Felipe Denardin Costa – Unipampa (Membro-Externo)

Dr. José Anglada Rivera – IFAM (Suplente-Interno)

Dr. Márcio Andrei Sousa Amazonas – IFAM (Suplente-Externo)

Manaus-AM
2022



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo 4

Ata da 54ª Defesa de Dissertação

Aos seis dias do mês de setembro, do ano de dois mil e vinte e dois, às quatorze horas, por webconferência, ocorreu a Defesa da Dissertação do mestrando **Thomas Silva Corrêa**, intitulada: **“MODELANDO O ENSINO DE BALÍSTICA POR MEIO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL”**, do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 4 das Instituições de Ensino Superior: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) e Universidade Federal do Amazonas (UFAM). A Banca Examinadora foi composta pelo Prof. Dr. José Galúcio Campos, Prof. Dr. José Ricardo de Souza e Prof. Dr. Felipe Denardin Costa. O Professor Doutor José Galúcio Campos, Presidente, deu início aos trabalhos, convidando os membros a comporem a Banca Examinadora. O Presidente fez a leitura dos procedimentos para defesa de dissertação, e convocou o mestrando para fazer a exposição de seu trabalho que, em seguida, foi arguido pelos membros da Banca Examinadora. Após a arguição, a Banca Examinadora reuniu-se privativamente e decidiu pela aprovação do trabalho. Ao final, os presentes foram chamados para tomarem conhecimento do resultado da avaliação, o Presidente da banca comunicou ao interessado que feitas às devidas correções na dissertação, conforme sugestão da banca Examinadora, o discente é obrigado a entregar, na secretaria do polo 4, até sessenta (60) dias após a data da defesa, duas (2) vias impressas e encadernadas no formato capa dura, e duas vias digitais em formato PDF, em CD, para os trâmites necessários à concessão do diploma, conforme Resolução Nº.47 - CONSUP/IFAM de 13 de julho de 2015. Nada mais havendo a tratar, foi lavrado a presente Ata que, após lida e aprovada, será assinada pelos presentes.

Prof. Dr. José Galúcio Campos
Presidente - IFAM

Prof. Dr. José Ricardo de Souza
Membro Interno - UFAM

Prof. Dr. Felipe Denardin Costa
Membro Externo - UNIPAMPA

FICHA CATALOGRÁFICA

C824s Correa, Thomás Silva.

Uma sequência didática voltada ao Ensino de Balística e modelada pelo Pensamento Computacional / Thomás Silva Correa – Manaus, 2022.

122 p.: il. color.

Dissertação (mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro; Universidade Federal do Amazonas, 2022.

Orientador: José Galúcio Campos

Referências Bibliográficas: f. 78-80.

1. Física – ensino. 2. Pensamento Computacional. 3. Metodologias Inovadoras. I. Campos, José Galúcio. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Universidade Federal do Amazonas. IV. Título.

Dedico esta dissertação

Ao meu pai, que sempre nos momentos mais difíceis em minha vida esteve presente comigo e sempre estará ao meu lado. Dedico também a minha esposa, mãe e irmãos.

Agradecimentos

À minha família que sempre esteve presente, de alguma forma em minhas conquistas, e em especial a minha esposa, ao meu amado pai, mãe, irmãos e Paricarana que sempre me deram forças e me ajudaram a acreditar no meu potencial.

Aos professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF polo 04, IFAM/UFAM, pela inspiração que me proporcionaram.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Galúcio Campos que sempre se prontificou a me ajudar, na elaboração desta dissertação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, pelo apoio financeiro que me permitiu um tempo maior de dedicação para a realização dos trabalhos referentes ao mestrado.

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

E a todos que diretamente ou indiretamente fizeram parte dessa formação o meu muito obrigado.

RESUMO

MODELANDO O ENSINO DE BALÍSTICA POR MEIO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Thomás Silva Correa

Orientador:
José Galúcio Campos

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Polo 04: IFAM/UFAM no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Esta dissertação apresenta resultados de uma intervenção pedagógica mediada por uma sequência didática voltada ao ensino de balística modelada pelo pensamento computacional. Como recurso didático, usamos o software livre PhET cujo fim foi buscar favorecer a concreção dos objetos da Física. A sequência didática levou em consideração problemas educacionais obtidos *in loco*. Tais problemas de aprendizagem foram determinados após pesquisa exploratória, a saber: dificuldades matemáticas, motivação/interesse para aprender Física e, a ausência de aulas práticas. Toda a pesquisa empírica além da aplicação do produto foi realizada em tempos de pandemia da Covid-19, por meio do modelo de ensino remoto. De todo forma, como produto, apresentamos uma sequência didática que é maleável, podendo ser transposta para qualquer assunto curricular inerente à Física. No entanto, mesmo com esta dificuldade, após a aplicação do produto, foi verificado uma melhora no rendimento dos alunos em relação à disciplina.

Palavras-chave: Pensamento Computacional; Ensino de Física; Metodologias Inovadoras.

Manaus-AM
2022

ABSTRACT

This dissertation presents the results of a pedagogical intervention mediated by a didactic sequence aimed at teaching ballistics modeled by computational thinking. As a didactic resource, we used the free software PhET whose aim was to favor the concretion of Physics objects. The didactic sequence took into account educational problems obtained in loco. Such learning problems were determined after exploratory research, namely: mathematical difficulties, motivation/interest to learn Physics and the absence of practical classes. All the empirical research and the educational product application was carried out in times of the Covid-19 pandemic, through the remote teaching model. Anyway, as a product, we present a didactic sequence that is malleable, and can be transposed to any curricular subject inherent to Physics. However, even with this difficulty, after applying the product, there was an improvement in the students' performance in relation to the subject.

Keywords: Computational Thinking; Teaching Physics; Innovative Methodologies.

FIGURAS

Figura 1: Pilares do Pensamento Computacional	22
Figura 2: Lançamento oblíquo, mostrando sua trajetória	29
Figura 3: fotografia estroboscópica de duas bolas de golfe.....	30
Figura 4: Eixos de coordenadas do plano cartesiano.....	31
Figura 5: Lançamento de míssil balístico	41
Figura 6:fotografia estroboscópica de duas bolas de golfe.....	50
Figura 7: Decomposição do módulo da velocidade de um lançamento balístico.....	52
Figura 8 Trajetória de um lançamento balístico, em $x_0=0$ e $y_0=0$	54

FOTOGRAFIAS

Fotografia 1: Fotografia da aplicação do projeto PhET	57
Fotografia 2: Simulações virtuais	57
Fotografia 3: Solução da questão 1 da prova.....	74
Fotografia 4: Resposta do aluno à questão 2 da prova.	75
Fotografia 5: Solução da questão (3) da prova sobre tempo de voo.....	76
Fotografia 6: Resposta correta da questão (4), onde as turmas tiveram baixo rendimento.....	76
Fotografia 7: Ilustra o erro mais comum cometido pelos alunos. A velocidade vertical foi escrita incorretamente.	77
Fotografia 8: Cálculo correto relativo à questão (5) usando cálculos.	77
Fotografia 9: Resposta por extenso, sem apelo à matemática, como deveria ser.....	78
Fotografia 10: Resposta à questão (6) da prova.	78

QUADROS

Quadro 1: Exemplos de respostas à pergunta (f).....	71
Quadro 2: Exemplos de respostas da pergunta (g).....	72
Quadro 3: Respostas à pergunta (h).....	72

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EUA	Estados Unidos da América
ICBM	Intercontinental Ballistic Missile
LDB	Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional
MRU	Movimento Retilíneo Uniforme
MRUV	Movimento Retilíneo Uniformemente Variado
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachusetts
g	Gravidade
PhET	Physics Education Technology
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
V_x	Velocidade no eixo x
V_y	Velocidade no eixo y

Sumário

1. Introdução	14
2. Fundamentação Teórica.....	18
2.1. O que é o Pensamento Computacional?	18
2.2. A estrutura do pensamento computacional.....	21
2.3. O pensamento computacional, o ensino de Física e a BNCC	24
3. Movimento balístico.....	27
4. Material e métodos	34
4.1. Sujeitos e local da pesquisa:	34
4.2. Instrumentos de coleta e análise de dados:.....	34
4.3. Etapas da pesquisa:.....	35
5. Proposta de intervenção: a sequência didática	37
5.1. Considerações sobre a intervenção.....	38
5.2. Desenvolvimento da sequência didática.....	39
6. Resultados e discussão	62
6.1. O pré-teste	62
6.2. Questionário com roteiro de aprendizagem.....	70
6.3. Prova com lápis e papel.....	73
7. Considerações finais.....	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
Apêndice I	84
Descrição de resultados da pesquisa exploratória	84
Apêndice II.....	88
Roteiro de Aprendizagem.....	88
Apêndice III.....	90
AVALIAÇÃO DE FÍSICA SOBRE BALÍSTICA: física I	90
Apêndice A.....	91
Produto Educacional.....	91

1. Introdução

A tecnologia se faz presente em praticamente todos os aspectos da vida humana, dentro de casa, nas escolas, no ambiente de trabalho e até nos momentos de lazer. Ainda muito cedo, crianças e adolescentes têm contato intenso com televisão, celular, tablet e muitos outros aparatos tecnológicos adquiridos em busca de maior conforto no dia a dia. A presença constante da tecnologia na vida moderna, gera a necessidade de que os usuários desses aparatos compreendam a tecnologia mais profundamente, criando a capacidade de utilizá-la de maneira adequada e crítica.

Mais que a quase onipresença concreta dos aparatos tecnológicos, muito recentemente estamos experimentando no âmbito educacional o modo de racionalizar dos cientistas da computação, o dito pensamento computacional, como tendência pedagógica. O pensamento computacional é um método de raciocínio proveniente da ciência da computação, voltado para a resolução de problemas não aplicável somente ao mundo da tecnologia, outrossim, às mais variadas áreas do conhecimento.

Ensinar o pensamento computacional nas escolas tem sido cada vez mais reconhecido nos últimos anos como uma atividade importante, principalmente nos países europeus e nos Estados Unidos. No Brasil, a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) recomenda que as habilidades de raciocínio computacional sejam trabalhadas desde os estágios iniciais da educação básica. Isso é de tal sorte que isto já está contemplado pela Nova Base Nacional Comum Curricular, a BNCC (BRASIL, 2018), nas áreas da “matemática e suas tecnologias”.

Especialistas afirmam que o contato com conceitos de pensamento computacional fornece experiências que podem encorajar os alunos a desenvolver habilidades diferentes como o raciocínio lógico, o reconhecimento de padrões, a decomposição de problemas e a generalização de soluções particulares, entre outras habilidades importantes. Portanto, o contato com o pensamento computacional na tenra idade escolar torna os alunos mais capazes de utilizar essas habilidades nas diversas atividades na escola e no seu dia a dia.

Na educação, o pensamento computacional veio para contribuir com a adaptação da sala de aula às necessidades da Sociedade contemporânea. Essa transformação digital que surgiu com as novas tecnologias, exige que os indivíduos estejam cada vez mais aptos a lidar com as ferramentas e linguagens da cultura digital.

Entendemos, por conseguinte, assim como Austrália, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, Inglaterra, Grécia e Estônia, que já trabalham há algum tempo desde a educação básica com o pensamento computacional, que as escolas brasileiras devem oferecer uma formação de base sólida em áreas que permitam aos alunos a manipulação das informações, para que eles estejam preparados para lidar com os desafios pessoais e profissionais.

O esforço nacional nessa direção é a controversa Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio, a BNCC, que foi homologada pelo Ministério da Educação em 14 de dezembro de 2018. A previsão era que as mudanças começassem a ser aplicadas já no início de 2020, o que mudou um pouco com a pandemia do Covid-19. Como vemos neste documento, a 5ª Competência Geral indica que os alunos precisam:

(...) compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p.9)

As ações de compreender e utilizar tecnologias digitais e de informações de forma significativa e crítica para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas, vão ao encontro dos pressupostos do pensamento computacional.

Entretanto, cabe ressaltar que, ao fazermos buscas nos últimos 10 anos nas principais revistas de ensino de física do país; tais quais: a *Revista Brasileira do Ensino de Física*, *Caderno Brasileiro do Ensino de Física*, *Física na Escola* e *Revista do Professor de Física*; e nas plataformas acadêmicas como: *Scielo*, *Google acadêmico*, *ERIC* e da *CAPES*, não constatamos artigos voltados ao ensino de física que tenha recrutado o pensamento computacional.

Ademais, conforme pesquisa acerca do engajamento com o pensamento computacional pelos programas de pós-graduação no Brasil, mestrado e doutorado, foi constatado que não há nenhum na física (BERSSANETTE; FRANCISCO, 2021). Portanto, não é forçoso concluir que a utilização do pensamento computacional como genuína abordagem didática capaz de disciplinar a ação do professor de física é um campo de investigação aberto e novo.

Dessarte o exposto, nosso objetivo aqui consiste em desenvolver uma sequência didática voltada ao ensino de balística, no ensino médio, cuja “modelização do processo

de ensino” coincida com as etapas do desenvolvimento do pensamento computacional.

Para alcançar esse objetivo tivemos, antes, fazer uma pesquisa exploratória, *in loco*, com o fim de delimitar o objeto de investigação; fazer uma imersão na literatura especializada com temas “pensamento computacional” e “ensino de física”; elaborar uma sequência de atividades didáticas a ser desenvolvidas com os alunos; e, por fim, empreender uma pesquisa empírica para verificação de aprendizagem.

A particularidade inerente à sequência didática proposta por nós, está na utilização de uma situação-problema concreta e real, qual seja: o conflito entre os EUA e a Coreia do Norte. Recentemente, a Coreia do Norte ameaçou bombardear os Estados Unidos com mísseis balísticos de longo alcance, os ICBMs. Assim, o contexto utilizado para movimentar as atividades didáticas implementadas e aplicadas em sala de aula foi o lançamento de mísseis.

Não há novidade alguma em utilizar contextos concretos e situações-problemas nas sequências didáticas voltadas ao ensino das ciências. No entanto, a física ainda se ensina em abstrato, algo que desmotiva e acentua a dificuldade de aprendizagem na disciplina conforme mostrou a pesquisa exploratória realizada por nós. Em adição, vimos que o pensamento computacional, em geral, é utilizado para resolver problemas em abstrato, não problemas reais. É claro que não julgamos ser de responsabilidade do aluno do ensino médio resolver problemas sociais reais.

No entanto, ao oferecer oportunidades planejadas de encontro/confronto com problemas de verdade, o professor está ajudando o aluno a desenvolver habilidades e competências recrutadas para a solução de problemas de toda sorte e com diferentes níveis de complexidade. Está fomentando que o aluno empregue a racionalidade científica para conduzir suas ações e julgamentos inerentes à vida cotidiana. E esta é uma importante função do pensamento computacional, além do que, é exatamente assim que a BNCC apregoa que a física deve ser ensinada.

Chamamos a atenção para o fato de que a pesquisa empírica que fundamenta esta dissertação, bem como a aplicação do produto educacional resultante dela, foram realizadas em pleno contexto de pandemia, ou seja, remotamente.

Apesar desta dificuldade adicional, esperamos que esta pesquisa possa contribuir para o debate acerca do uso do pensamento computacional no ensino de física e das ciências em geral, além de fornecer subsídios ao colega professor sobre alternativas contemporâneas e simples de trabalhar assuntos com elevado grau de dificuldade em sala de aula.

Essa dissertação é composta de 7 capítulos, no capítulo 2 apresentaremos o que vem a ser o pensamento computacional, que em síntese, representa um conjunto de estratégias voltadas à solução de diversos problemas, do simples ao mais complexo.

2. Fundamentação Teórica

2.1. O que é o Pensamento Computacional?

É inegável o constante avanço tecnológico na contemporaneidade. De fato, o nosso modo de viver é diuturnamente invadido pelos dispositivos tecnológicos dos mais variados tipos. Esses dispositivos tornaram-se tão essenciais às nossas atividades cotidianas, que somente nos apercebemos deles quando nos faltam. Quantos de nós deixamos de trabalhar quando não há internet? E o que fazer se esquecemos o telefone celular em casa? Essas são perguntas que nos dão uma exata medida do que acabamos de mencionar.

Podemos presumir acerca da onipresença da tecnologia digital em nossas vidas que o seu principal objetivo seja favorecer a comodidade. Todavia, não somente oferecer conforto e otimizar o tempo, as tecnologias viabilizam a realização de tarefas outrora inviáveis manualmente. Entretanto, ainda usufruímos desses recursos só parcialmente, isto é, usamos um computador de última geração tão somente como uma sofisticada máquina de escrever, o *smartphone* como uma poderosa máquina fotográfica e um excelente meio para rápidas conversas através de aplicativos de mensagem, e por aí vai.

Atualmente vivemos no paradigma do uso da tecnologia, pois os dispositivos tecnológicos e digitais são meios para alcançarmos um fim. No entanto, precisamos dar um passo adiante e não somente usá-los como coisa, mas aprender como eles funcionam, como foram concebidos, e de que maneira é possível adaptá-los a diferentes contextos e situações cotidianas.

Ou seja, devemos nos permitir uma mudança de paradigma; sair do paradigma do mero uso da tecnologia em direção ao paradigma da cultura digital. Como ensina Valente (2016), somente assim estaremos aptos a desfrutar verdadeiramente de uma cultura digital.

Pensando em prover a cultura digital em massa, muitas políticas educacionais vêm enfatizando a importância de programação e da utilização de conceitos da ciência da computação de modo transversal nas escolas, isto é, perpassando por entre as diversas disciplinas escolares. Essas políticas já tiveram como consequência a modificação curricular de escolas europeias como na Estônia, na Grécia e na Inglaterra, especialmente nos primeiros anos da educação básica (VALENTE, 2016). Tais propostas ora voltam-se ao ensino da programação, ora ensejam desenvolver o chamado “pensamento computacional”. Nestes termos, o pensamento computacional é o meio pelo qual

diferentes países vêm procurando desenvolver a cultura digital através de políticas educacionais. Sobre esse termo é mandatório que façamos alguns esclarecimentos.

O pensamento computacional, em síntese, representa um conjunto de estratégias voltadas à solução de diversos problemas, do simples ao mais complexo. Originalmente, o termo em tela é caudatário da ciência da computação, embora nos dias de hoje os seus fundamentos e técnicas vêm sendo recrutados pelos diversos saberes acadêmicos - que é a transversalização antes pronunciada. Ademais, como queira a educação formal, espera-se que os estudantes apliquem-no, também, aos problemas comumente enfrentados ao longo da nossa existência cotidiana. O pensamento computacional é, portanto, um tipo específico de racionalidade inerente à cultura digital que se almeja desenvolver.

No entanto, apesar de qualificá-lo como fizemos acima, ao que pudemos apurar, não há um consentimento entre os pesquisadores, teóricos da computação e da educação quanto a gênese deste tipo de racionalidade, quando tal racionalidade se tornou uma abordagem didática e/ou tendência educacional, e tampouco, quanto a sua definição. Ou seja, qual é a natureza do pensamento computacional? O que é o pensamento computacional? Ainda são perguntas que carecem de resposta satisfatória¹.

Não é objetivo deste trabalho investigar amiúde sobre qual a melhor atribuição de sentido ou a melhor definição dada ao termo em destaque. Para estes fins, adotaremos o artigo da autora e cientista da computação [Jeannette] Wing², pelos seguintes motivos:

Em primeiro lugar, a autora, em 2006, foi a primeira a empregar o termo *computational thinking*, pensamento computacional³ em inglês, e o definiu como um conjunto de habilidades encontradas em toda a gente e que, doravante, deveria ser adicionada às demais atividades como escrever, ler e a aritmética.

¹ Cf. o artigo de Valente (2016), que se encontra nas referências bibliográficas. Acompanhe a discussão feita pelo autor para maior aprofundamento sobre a dificuldade de definição do termo “pensamento computacional”.

² A tradução integral do artigo de Jeannette Wing intitulado *Computational thinking* foi feita pelo professor da área de informática Cleverson Sebastião dos Anjos, da Universidade Federal do Paraná. Para apreciar o texto cf. WING, Jeannette M. Pensamento computacional: um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 1-10, 2016.

³ Alguns autores defendem que Seymour Papert, pesquisador do MIT, criador da linguagem de programação LOGO, na década de 1960, é o pai do pensamento computacional. Isto porque, na década de 1980, Papert publica um livro problematizando a relação entre computadores e educação, chama atenção às habilidades envolvidas durante o processo de programação e já emprega o nome pensamento computacional. A despeito disso cf. ROCHA, Kátia Coelho da; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo; NOTARE, Márcia Rodrigues. Aproximações teóricas entre pensamento computacional e abstração reflexionante. **RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação**. v. 18, n. 02, p. 581-590, 2020.

Conforme no trabalho de Wing (2006, p. 33), ela ressalta: “*Computational thinking is a fundamental skill for everyone, not just for computer scientists. To reading, writing, and arithmetic, we should add computational thinking to every child’s analytical ability*”.

A autora, logo no parágrafo adjacente, ressalta:

“Computational thinking involves solving problems, designing systems, and understanding human behavior, by drawing on the concepts fundamental to computer science. Computational thinking includes a range of mental tools that reflect the breadth of the field of computer science”. (p. 33)

Em observância ao excerto acima, podemos deduzir pela definição de Wing a natureza multidisciplinar e, por conseguinte, transversal do pensamento computacional - algo a que já nos referimos. Devido a gama de conceitos da ciência da computação nele embutidos, o pensamento computacional pode nos ajudar a resolver problemas e estruturar sistemas, mas, também, a compreender o comportamento humano.

Ainda acerca da natureza transversal e multidisciplinar dos conceitos da ciência da computação, Wing expõe, à guisa de ilustração, o quanto a necessidade de lidar com um grande conjunto de dados em busca de padrões faz com que a estatística venha se apropriando da computação e vice-versa. Vejamos:

“We have witnessed the influence of computational thinking on other disciplines. For example, machine learning has transformed statistics. Statistical learning is being used for problems on a scale, in terms of both data size and dimension, unimaginable only a few years ago. Statistics departments in all kinds of organizations are hiring computer scientists. Schools of computer science are embracing existing or starting up new statistics departments”. (p. 34)

Em seguida, a autora em tela traz à baila a biologia, além da economia, da química e da física quântica, porém essas três últimas mais brevemente:

“Computer science’s contribution to biology goes beyond the ability to search through vast amounts of sequence data looking for patterns. The hope is that data structures and algorithms - our computational abstractions and methods - can represent the structure of proteins in ways that elucidate their function. Computational biology is changing the way biologists think. Similarly, computational game theory is changing the way economists think; nanocomputing, the way chemists think; and quantum computing, the way physicists think ”. (p. 34)

Como pudemos ver, o pensamento computacional traz consigo uma coletânea de habilidades que podem beneficiar outras áreas do saber. Neste ínterim, cabe então discriminar que habilidades são essas cujo a [Jeannette] Wing convencionou chamar de pensamento computacional. Em seu artigo previamente referenciado de 2006, a autora já

as expôs, porém de modo diluído ao longo de todo texto. Por outro lado, Barcelos e Silveira (2017, p. 23) o fizeram didaticamente como apresentamos a seguir:

“Conceituar ao invés de programar. Resolver um problema aplicando o pensamento computacional significa reduzir problemas grandes e aparentemente insolúveis em problemas menores e mais simples de resolver. Isso exige a capacidade de pensar de forma abstrata e em múltiplos níveis, e não a mera aplicação de técnicas de programação;

É uma habilidade fundamental e não utilitária. O pensamento computacional não é uma habilidade mecânica ou utilitária, mas algo que permite a resolução de problemas diversos utilizando um recurso ubíquo na sociedade atual – os computadores – e por isso deveria ser desenvolvido por todos os estudantes;

É a maneira na qual as pessoas pensam, e não os computadores. A resolução de problemas através do pensamento computacional é um tratamento específico do problema de forma que ele possa ser resolvido por computadores, e não uma redução do raciocínio para simular o processamento do computador;

Complementa e combina a Matemática e a Engenharia. A definição de Wing considera o aporte da Matemática e da Engenharia para a Computação, conforme mencionamos anteriormente, e reconhece as particularidades trazidas pelo enfoque computacional;

Gera ideias e não artefatos. O pensamento computacional não deve ter necessariamente como resultado final a produção de software e hardware e reconhece que os conceitos fundamentais da Computação estarão presentes para resolver problemas em vários contextos do cotidiano;

Para todos, em qualquer lugar. Por fim, o pensamento computacional pode ser útil para todas as pessoas, em diversas aplicações”.

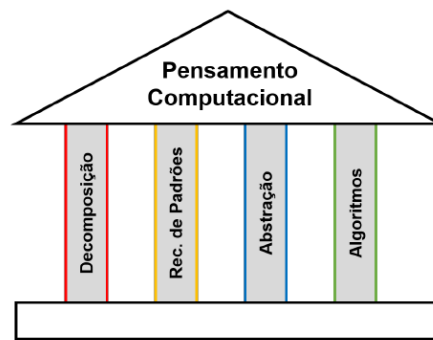
Em síntese, o pensamento computacional pode ser visto como uma poderosa ferramenta intelectual capaz de conduzir nossa prática ao nos defrontarmos com problemas dos mais diversos tipos.

Na próxima seção falaremos acerca da estrutura ou anatomia do pensamento computacional. Uma vez posto isso, ficará mais claro o itinerário seguido pelo pensamento computacional acerca da resolução de problemas.

2.2. A estrutura do pensamento computacional

Dessarte o exposto, enfatizamos o pensamento computacional como sendo de caráter multidisciplinar e, como um tipo específico de racionalidade que pode ser transversalizado as demais áreas do saber. Além disso, apresentamos o conjunto de habilidades específicas que Wing (2006) convencionou chamar de pensamento computacional, nomeando uma a uma. Agora, vamos argumentar em prol de sua estrutura, da sua anatomia.

Figura 1: Pilares do Pensamento Computacional



Fonte: Brackmann (2017).

Brackmann (2017) em sua tese de doutoramento defende que 4 são os elementos que compõem a estrutura, ou usando nomenclatura mais popular: os 4 pilares do pensamento computacional. Esses pilares, uma vez levados a cabo, tornam mais fácil o gerenciamento de problemas, sobretudo os mais complexos. Os pilares são: a “decomposição”, o “reconhecimento de padrão”, a “abstração” e o “algoritmo”. Não há uma hierarquia rígida entre estes pilares, em verdade são interdependentes. A sequência em que se apresentam tem mais que ver com a criatividade e o nível de conhecimento de quem se dispõe a resolver determinado problema.

Após discriminá-los cabe, agora, descrevê-los e qualificá-los. Para tanto, seguiremos a exposição de Brackmann (2017, p. 33-41) e acrescentaremos algo aqui e ali caso julgemos necessário.

Pois bem, a “decomposição” do problema advém do método cartesiano de segmentar um problema, por vezes complexos, em pequenas partes, supondo serem mais fáceis de resolver. Haja vista que o todo se compõe de suas partes, uma vez resolvido os pequenos problemas e juntando-os, teremos a solução do problema maior.

As menores partes do problema maior são mais fáceis de manejar e podem ser tratadas individualmente. Essa prática, segundo Brackmann, aumenta a atenção aos detalhes do problema (p. 36) outrora escondidos pela visão global do mesmo problema.

O “reconhecimento de padrão” consiste em detectar similaridades ou características compartilhadas pelos subproblemas gerados, ensejando resolver o problema complexo original de modo mais eficiente (BRACKMANN, 2017, p. 37). Todavia, defendemos que o reconhecimento de padrão significa detectar similitudes entre problemas diversos, mesmo quando encontram-se em áreas do saber completamente diferentes, e não somente olharmos para os subproblemas gerados pelo pilar anterior, a decomposição.

Operacionalmente através do reconhecimento de padrão podemos utilizar métodos e soluções de problemas semelhantes, resolvidos anteriormente por outrem, em prol de resolver o problema que se almeja resolver de modo rápido e eficiente; enfim, utilizar experiências anteriores que deram certo (BRACKMANN, 2017, p. 38).

O terceiro pilar é a “abstração”. Abbagnano (2007, p. 15) em seu dicionário de filosofia ensina que abstração é a operação intelectual em que algo é tornado objeto de interesse, percepção, atenção, pesquisa, etc. Prossegue o autor e adiciona a abstração como possuidora de duas características; quais sejam: (a) isolar a coisa previamente escolhida das demais com que está relacionada, e, (b) assumir como objeto específico o que foi isolado.

Becker (2014), renomado professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e adepto do construtivismo piagetiano, distingue a abstração em três graus diferentes. Em primeiro lugar, o professor esclarece o que vem a ser a “abstração empírica” ou “aristotélica”, como sendo aquela em que o sujeito retira qualidades emitidas pelos objetos e das ações dos sujeitos sobre os objetos, usando os sentidos (p. 105). Portanto, a abstração empírica volta-se ao que se encontra fora do sujeito.

Diversamente da anterior, a abstração reflexionante não se volta ao externo, ao objeto *extra mentis*, mas sim, volta-se ao modo como pensamos o objeto e como resolvemos problemas, as chamadas coordenações das ações que são atividades cognitivas advindas de outras situações vivenciadas pelo sujeito. Assim, a abstração reflexionante não lida com o que está fora do sujeito, mas antes, com as atividades intelectuais que lhes são internas (BECKER, 2014, p. 105).

Com a “abstração pseudo-empírica”, o sujeito não retira dos objetos as características que emite, nem das operações ou das coordenações das ações, outrossim, retira àquelas que projeta sobre eles. Para ilustrar essa operação e não confundí-las com as anteriores, Becker (2014, p. 114) exemplifica:

“A bicicleta é um meio de transporte ecológico; a característica “ecológico” não pertence ao objeto-bicicleta; se o sujeito a retirou desse objeto foi porque ele a colocou lá, previamente. Se ele olha para uma estrela e diz que ela é mais nova porque emite cor azulada ou mais velha porque emite cor avermelhada, as cores são captadas por abstração empírica, mas, “mais nova” ou “mais velha” por abstração pseudo-empírica; se o sujeito retira essas características das estrelas é por ele as colocou nelas”.

Becker (p. 115) avança e conclui:

“A abstração pseudo-empírica, a meio-caminho entre as abstrações empíricas e reflexionantes, possibilita a realização de um jogo mental altamente eficiente utilizando ao mesmo tempo as qualidades da abstração empírica e o mecanismo da abstração reflexionante”.

Wing (2006) põe em relevo a abstração denotando-a como o principal pilar do pensamento computacional, pois a todo instante estamos abstraindo, na elaboração da pergunta, na escrita do algoritmo, na seleção de dados importantes, entre outras situações. Brackmann (2017, p. 38) qualifica a abstração conforme o uso corrente do termo: “Este pilar envolve a filtragem dos dados e sua classificação, essencialmente ignorando elementos que não são necessários para que se possa concentrar nos que são relevantes”.

Por derradeiro, temos o quarto pilar, o “algoritmo”. Algoritmo deve ser entendido como um conjunto de regras específicas e ordenadas a fim de resolver problemas. É uma solução pronta, pois agrega todos os pilares anteriores (BRACKMANN, 2017, p. 40).

Dessarte a exposição acima, elencamos os quatro pilares do pensamento computacional. Além disso, demos suas respectivas definições. Nos detivemos um pouco mais no terceiro pilar, a abstração, porque este muito importa a atividade científica de modo geral. Por fim, vimos que a decomposição nos leva ao reconhecimento de padrão quando exploramos um subproblema individualmente e buscamos por similaridades entre as partes de subproblemas. Em adição, o reconhecimento de padrão nos conduz à generalização que é, essencialmente, a abstração. Por fim, pela abstração chegamos ao algoritmo.

2.3. O pensamento computacional, o ensino de Física e a BNCC

Acerca das considerações feitas até aqui, gostaríamos de falar muito brevemente sobre o emprego do pensamento computacional no ensino de Física, no Ensino Médio, em específico.

Com efeito, observamos o seguinte: usando “pensamento computacional no ensino de física” como palavra-chave, após várias tentativas de levantamento de “artigos” nas diversas plataformas de busca como Scielo, ERIC, Google Acadêmico e CAPES, constatamos que nenhum artigo foi publicado nos últimos 10 anos.

Ao digitarmos, apenas, “pensamento computacional”, na maioria das vezes os artigos resultantes versam sobre o uso do pensamento computacional no Ensino Fundamental para o ensino de programação, outros tantos sobre robótica e, alguns poucos, sobre o ensino de Matemática. Assim, chegamos à seguinte conclusão: até agora, o pensamento computacional parece não ter atraído a atenção dos professores de Física e nem dos físicos teóricos da educação. Disto podemos presumir que o seu uso como modelo teórico e/ou metodológico para o ensino de Física é um campo de pesquisa em aberto até o presente momento.

Por derradeiro, queremos chamar a atenção para uma dimensão relevante na educação científica que é o emprego do “contexto real” ou de “situações-problemas” de relevância social para favorecer a aprendizagem nas ciências, na Física em especial. Não cabe aqui discutir os aspectos teóricos voltados à precisa qualificação de cada termo, se é que podemos falar de precisão quando lidamos com eles. No âmbito desta dissertação iremos usá-lo conforme o senso comum, intercambiando-os sem nenhum constrangimento.

Volvendo a nossa atenção à Base Nacional Comum Curricular, a BNCC (BRASIL, 2018), consta que utilizar situações-problemas ou contextos reais vem ao encontro dos seus dois fundamentos pedagógicos; quais sejam: a pedagogia por competências (p. 13) e a educação integral (p. 14). Focamos na pedagogia por competências.

Diversamente dos documentos norteadores da educação nacional anteriores como a Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional, a LDB (BRASIL, 1996), e os Parâmetros Curriculares Nacionais, os PCNs (BRASIL, 2000); na BNCC (BRASIL, 2018, p. 8) há a definição de competência como sendo “a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho”.

Neste ínterim, o ensino de Física tem como objetivo principal o desenvolvimento de competências por meio da apresentação e discussão de conteúdos curriculares da mecânica, da termodinâmica, do eletromagnetismo, etc, bem como na mobilização dos mesmos para solução de problemas ao nosso entorno, isto pois, competência envolve o saber-fazer (CARNEIRO, 2020).

Acerca dos impactos que as tecnologias digitais imprimem em nossas vidas, a BNCC caracteriza o pensamento computacional de modo semelhante à Wing (2006), pois: “envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos” (BRASIL, 2018, p. 474). Em relação a cultura digital diz a BNCC:

“envolve aprendizagens voltadas a uma participação mais consciente e democrática por meio das tecnologias digitais, o que supõe a compreensão dos impactos da revolução digital e dos avanços do mundo digital na sociedade contemporânea, a construção de uma atitude crítica, ética e responsável em relação à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais, aos usos possíveis das diferentes tecnologias e aos conteúdos por elas veiculados, e, também, à

fluência no uso da tecnologia digital para expressão de soluções e manifestações culturais de forma contextualizada e crítica.” (BRASIL, 2018, p. 474)

Já vimos que o pensamento computacional, historicamente, tenciona o fomento da cultura digital – que é a superação do paradigma do mero uso da tecnologia em direção ao entendimento de como os artefatos tecnológicos funcionam. Além disso, a BNCC qualifica-o como um tipo de racionalidade prática voltada à solução de problemas reais – problemas ao nosso entorno. Entretanto, é exatamente nesse ponto que vemos um mal uso do pensamento computacional na educação.

De acordo com os artigos que analisamos para escrever esse capítulo, podemos observar que o docente ao recrutar o pensamento computacional, em geral, o faz somente para resolver problemas acadêmicos, problemas em abstrato, e, por conseguinte, ficamos com metodologias de ensino incompletas no tocante ao não desenvolvimento das competências ou o saber-fazer acerca de resolver problemas cotidianos através do pensamento computacional.

Dessarte o exposto, sobretudo, o incluído no parágrafo anterior, há de termos ciência de que as pesquisas educacionais que empregam o pensamento computacional ainda estão em franco desenvolvimento, porque ainda é pouco recrutada pelos teóricos da educação, de modo geral, e em específico, pelos teóricos do ensino de física, da educação científica, além de professores de física e de ciências.

3. Movimento balístico

O estudo da balística é dividido em três momentos: a) Balística Interna que estuda os fenômenos físicos e químicos e os elementos que caracterizam o movimento do projétil desde a iniciação da carga de lançamento até a saída de um míssil balístico de sua base de lançamento; b) balística externa que estuda a trajetória do projétil quando é lançado na atmosfera; e c) balística terminal que estuda os efeitos sobre o projétil e sobre o alvo após o impacto.

Destacamos que esta dissertação irá tratar de forma mais aprofundada somente no estudo da balística externa, que é a parte da mecânica que estuda o movimento dos projéteis que se deslocam livres na atmosfera quando são lançados formando um ângulo menor que 90° graus e maior que 0° .

Pode-se considerar um lançamento balístico, qualquer objeto que é lançado na atmosfera formando um ângulo que esteja entre 90° e 0° com o semieixo da horizontal, a diferença básica entre um lançamento balístico e outro não balístico é que no balístico a força de propulsão cessa assim que o projétil é lançado na atmosfera, já os não balísticos a força de propulsão continuam agindo através de outros mecanismos, como foguetes instalados na cauda por exemplo.

Míssil balístico é aquele engenho mecânico que cumpre a função de lançar a grandes distâncias com grande velocidade corpos pesados, chamados projéteis, são utilizados basicamente para transportar ogivas nucleares.

Em uma definição mais precisa, míssil balístico é uma máquina termodinâmica apta a lançar à distância, com grande velocidade, corpos pesados, chamados projéteis, utilizando o impulso resultante da força expansiva dos gases gerados pela queima do propelente, com energia suficiente para lançar na atmosfera projéteis a grandes distâncias. Um míssil balístico é, resumidamente, um conjunto de explosivos embutidos em um veículo motorizado e controlável.

De acordo com Meyer (2017) “Esse tipo de armamento costuma pesar em média 100 toneladas, distribuídas da seguinte maneira: 10% da estrutura do míssil, 89% do combustível e só 1% em material explosivo”; “Quanto mais longe você quiser mandá-lo, mais combustível terá que colocar no mesmo. É o que acontece com um chute que você dá em uma bola. Quanto mais longe quiser mandar, mais forte terá que ser o combustível que proporcionará o deslocamento (a força da sua perna). E quanto mais combustível,

mais peso; com mais peso de lançamento, maior e mais potente terá de ser a plataforma de lançamento”. “Difícilmente a Coreia do Norte tem algo com esse poderio em mãos”

Um projétil que é lançado na atmosfera com uma velocidade v_0 , desacelera na subida por causa da gravidade e acelera após atingir o ponto mais alto da sua trajetória, até atingir o solo, a velocidade final é menor do que a velocidade inicial por causa de perda de energia pela resistência do ar, mas vamos considerar nesta dissertação para termos didáticos, todos os sistemas no vácuo, desconsideraremos a resistência do ar, desprezaremos também o movimento de rotação da terra etc.

De acordo Rabello (1995, apud, Júnior, 2017, p.14) Galileu (1564-1642) “foi quem primeiro apresentou respostas a essas indagações, quando formulou a teoria do lançamento inclinado, segundo a qual a trajetória de um projétil, lançado nas imediações da superfície da Terra e através de um meio não resistente (vácuo), poderia ser definida como uma parábola, simétrica em relação à sua ordenada máxima, e ser traçada com exatidão. Nesse caso, despreza-se a resistência do ar, de modo que o movimento se daria apenas sob o efeito do impulso inicial recebido e da força gravitacional”.

De acordo com Halliday (2018, p. 71) uma partícula, que é lançada em um plano formando um ângulo com a horizontal diferente de 90 graus, com velocidade inicial \vec{v}_0 e com uma aceleração constante, igual à aceleração da gravidade próxima da terra, dirigida para baixo, é chamada de balística (o que significa que é projetada ou lançada), e o movimento é chamado de movimento balístico. O projétil pode ser uma bola de tênis ou de golfe, mas não um avião ou um pato enquanto tiver alguma propulsão. Analisaremos o movimento balístico usando a notação de vetores unitários, este pode ser lançado com uma velocidade inicial V_0 que pode ser decomposta nos respectivos eixos X e Y .

$$\vec{v}_0 = v_{0x}\hat{i} + v_{0y}\hat{j} \quad (3.1)$$

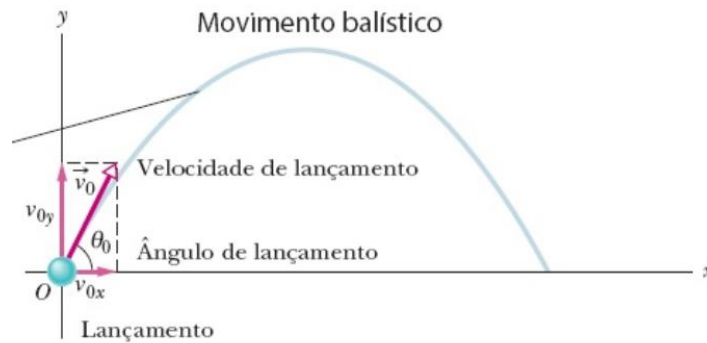
As componentes nos eixos X e Y , v_{0x} e v_{0y} podem ser calculadas se conhecermos o ângulo θ_0 entre \vec{v}_0 e o semieixo x positivo, de acordo com (Halliday, 2018, p. 71)

$$(v_{0x} = v_0 \cos \theta_0 \text{ e } v_{0y} = v_0 \sin \theta_0) \quad (3.2)$$

Este tipo de lançamento é caracterizado por estar efetuando ao mesmo tempo dois tipos de movimentos, um na vertical, com aceleração constante que aponta para o centro da terra, e outro na horizontal que não sofre nem uma interferência que possa atrapalhar seu movimento, pois estaremos desprezando o efeito do ar nessas situações. De acordo com Halliday (2018, p. 71) “No movimento balístico, o movimento horizontal e o movimento vertical são independentes, ou seja, um não afeta o outro”. Pelo princípio da

simultaneidade dos movimentos, estes dois fenômenos acontecem ao mesmo tempo e isso é o que liga os dois movimentos.

Figura 2: Lançamento oblíquo, mostrando sua trajetória

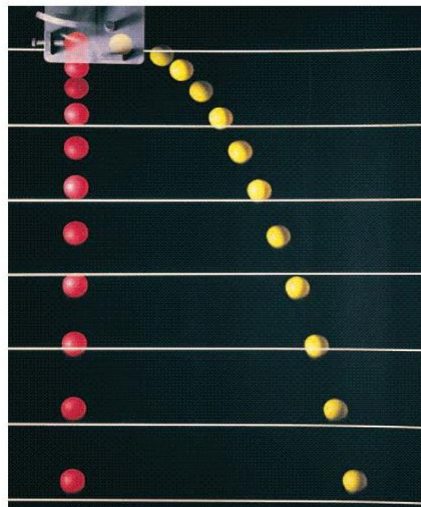


Fonte: Halliday (2018)

Segundo Halliday (2018, p. 73) “Essa propriedade permite decompor um problema que envolve um movimento bidimensional em dois problemas unidimensionais independentes e mais fáceis de serem resolvidos, um para o movimento horizontal (com aceleração nula) e outro para o movimento vertical (com aceleração constante para baixo)”.

A figura 3 é uma fotografia estroboscópica de duas bolas de golfe, uma que simplesmente foi deixada cair e outra que foi lançada horizontalmente por uma mola. As bolas de golfe têm o mesmo movimento vertical; ambas percorrem a mesma distância vertical no mesmo intervalo de tempo. O fato de uma bola estar se movendo horizontalmente enquanto está caindo não afeta o movimento vertical; ou seja, os movimentos horizontal e vertical são independentes. (Halliday, 2018, p.73).

Figura 3: fotografia estroboscópica de duas bolas de golfe



Fonte: Halliday (2018)

Estas aplicações, para determinar a velocidade inicial da partícula, podem ser aplicadas também nas demais equações que são utilizadas no movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) e movimento retilíneo uniforme (MRU), ficando escritas da seguinte forma:

$$x - x_o = (v_o \cos \theta_o) t; \quad (3.3)$$

$$y - y_o = (v_o \sin \theta_o) t - \frac{1}{2} g t^2; \quad (3.4)$$

$$v_y = v_o \sin \theta_o - g t; \quad (3.5)$$

$$v_y^2 = (v_o \sin \theta_o)^2 - 2g(y - y_o). \quad (3.6)$$

Estas equações podem ser obtidas a partir da segunda lei de Newton que segundo Moysés (2013, p. 98) foi definida pelo mesmo da seguinte forma “A quantidade de movimento é a medida do mesmo, que se origina conjuntamente da velocidade e da massa”.

“Ou seja: o momento (linear) de uma partícula é o produto de sua massa por sua velocidade”.

Ainda segundo Moyses (2013, p. 74) “o movimento dos projéteis na vizinhança da superfície da Terra. Na balística usual, podemos considerar a Terra como plana e a aceleração da gravidade como constante (isto não seria verdade para foguetes balísticos intercontinentais!). Desprezaremos, também, o efeito da resistência do ar”.

De acordo com (Silva; Peixoto, p. 14) “na mecânica clássica a segunda lei de Newton na forma $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$, com $p = mv$, não admite massa variável”.

Ainda segundo (Silva; Peixoto, p. 14) “A mecânica clássica é uma teoria, e nessa teoria, partículas – que são abstração – têm massa constante. Assim aplicada a uma partícula de massa m , a equação” abaixo.

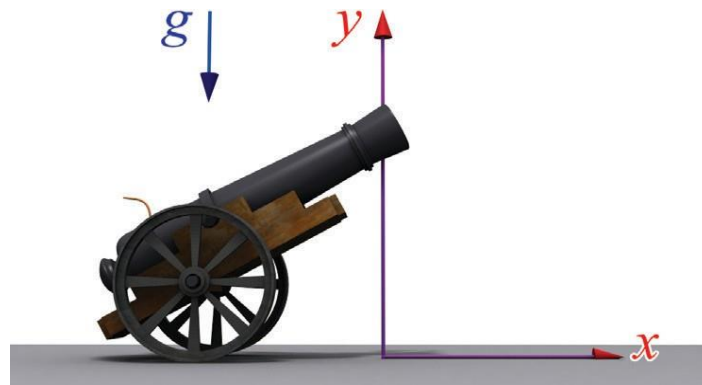
$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}; \text{ como } \vec{P} = m\vec{v}; \text{ considerando a massa constante}$$

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} \text{ podemos concluir que:}$$

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (3.7)$$

Vamos adotar para o estudo, um sistema cartesiano em que o eixo das abscissas (x) seja paralelo a superfície e o eixo (y) perpendicular à superfície.

Figura 4: Eixos de coordenadas do plano cartesiano



Fonte: dinâmica do movimento dos corpos

Desta forma de acordo com (Moysés, 2013, p. 74) " $\vec{a} = -\vec{g}$ " então concluímos que $\vec{F}_y = -(m\vec{g})\hat{j}$; $\vec{F}_x = (m\vec{a})\hat{i} = 0$ (3.8)

Observando as expressões acima podemos observar que a aceleração no eixo (x) é nula e já no eixo (y) é constante.

A primeira equação segundo (Marques, p.229) “leva-nos a concluir que a aceleração do projétil é igual à aceleração da gravidade”:

$$a_y = -g$$

De acordo com Moysés (2013, p. 50) “(...) a aceleração instantânea é a derivada em relação ao tempo da velocidade instantânea” ainda segundo Moysés (2013, p. 52) “Um movimento retilíneo chama-se uniformemente acelerado quando a aceleração instantânea é constante (independentemente do tempo)” então, temos que $a_y = \frac{dv_y}{dt}$, logo pode-se escrever que:

$$\frac{d v_y}{dt} = -g$$

Segundo Moysés (2013, p. 52) “Podemos usar as técnicas de solução do “problema inverso” para determinar a lei horária de um movimento uniformemente acelerado”. Para isto, consideremos o movimento durante um intervalo de tempo $[t_o, t]$, isolaremos a variável v_y e consideraremos $t_o = 0$

$$\int_{v_0}^{v_y} d v_y = \int_{t_o}^t -g dt$$

$$v_y - v_{0y} = -g(t - t_o)$$

$$v_y = -gt + v_{0y}$$

$$v_y = v_{0y} - gt \quad (3.9)$$

Consideramos a equação para a coordenada (y) de acordo com a expressão (3.9) ela pode ser escrita como sendo:

$$\frac{dy}{dt} = v_y$$

Agora isolando a variável (y) obtemos a seguinte expressão: considerando $t_o = 0$.

$$\int_{y_0}^y dy = \int_{t_0}^t v_y dt$$

$$y - y_o = \int_{t_0}^t (v_{0y} - gt) dt$$

$$y = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} + y_o$$

$$y = y_o + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} \quad (3.10)$$

Vamos analisar agora como se comporta a partícula no eixo (x), segundo (Moysés, 2013, p. 46) a velocidade instantânea $v(t)$ num instante t qualquer num movimento descrito por $x = x(t)$ é dada por:

$$\frac{dx}{dt} = v_x$$

Isolando a variável (x) e considerando $t_o = 0$ obtemos:

$$\int_{x_0}^x dx = \int_{t_0}^t v_x dt$$

$$x - x_0 = v_x(t - t_0)$$

$$x = v_x t + x_0$$

$$x = x_0 + v_x t \quad (3.11)$$

Portanto, como previsto por Galileu, na direção do eixo (x), o movimento é uniforme.

Para se obter a altura máxima, utiliza-se o mesmo processo do MRUV, com as devidas equações mostradas anteriormente, para se calcular o tempo total de voo (t), basta associar que o tempo de subida é igual ao tempo de descida até sua altura de lançamento.

$$y - y_0 = (v_0 \text{sen} \theta_0)t - \frac{1}{2} \cdot g t^2$$

$$\frac{1}{2} \cdot g t^2 = (v_0 \text{sen} \theta_0)t$$

$$t = \frac{2v_0 \text{sen} \theta_0}{g} \quad (3.12)$$

Esse resultado nos permite calcular o alcance horizontal A, através da seguinte expressão.

$$A = v_{0x} t$$

$$A = (v_0 \text{cos} \theta_0) \left(\frac{2v_0 \text{sen} \theta_0}{g} \right) = 2v_0^2 \frac{\text{sen} \theta_0 \text{cos} \theta_0}{g} \quad (3.13)$$

De acordo com (Moysés, 2013, p. 75) a “relação trigonométrica: $\text{sen}(2\theta) = 2 \text{sen} \theta \text{cos} \theta$. Uma consequência imediata da (3.13) é que o alcance é máximo quando o “ângulo de elevação” vale 45° ”.

Ainda de acordo com Moysés (2013, p. 75), “Galileu foi o primeiro a demonstrar que a trajetória é uma parábola. Além disso, obteve vários dos resultados discutidos acima, inclusive que o alcance é máximo para $\theta = 45^\circ$ (...)”

$$A = \frac{v_0^2 \text{sen} 2\theta}{g} \quad (3.14)$$

Essa equação nos mostra como o alcance também depende de θ , uma vez que o valor máximo para $\text{sen} 2\theta$ é 1, quando $\theta = 45^\circ$, o que promove o maior alcance em relação a θ . Por meio da trigonometria também é possível perceber que ângulos complementares geram o mesmo resultado para $\text{sen} 2\theta$, resultando apenas no tempo de voo e na altura máxima atingida.

4. Material e métodos

Descrevemos aqui, amiúde, o percurso metodológico seguido nesta investigação. Porém, antes de prosseguir, ressaltamos que toda a pesquisa empírica, bem como a aplicação do produto, foram feitas remotamente – seguindo o modelo de ensino remoto – devido ao contexto da pandemia da Covid-19.

4.1. *Sujeitos e local da pesquisa:*

O local da pesquisa foi uma Escola da Rede Federal de Ensino da Cidade de Manaus, no estado do Amazonas. A escola atua no ensino médio integrado nos turnos matutino e vespertino. As turmas, em média, possuem 40 alunos, todavia, devido ao contexto da pandemia, as turmas participantes tiveram 25 alunos, cada. A média de idade dos alunos que estudam na escola é de 15 anos e a grande maioria mora muito afastado da escola.

Percebemos que uma grande parte dos alunos são de família carente e, portanto, recebem ajuda financeira da instituição através do auxílio social. A maioria dos estudantes não têm um familiar próximo que já tenha concluído ou ingressado no ensino superior. Isso, como observamos, faz com que os alunos sintam-se desmotivados por acharem que não são capazes.

4.2. *Instrumentos de coleta e análise de dados:*

Os instrumentos de coleta de dados foram (SAMPIERI, COLLADO, LUCIO, 2013): a observação participante e o questionário estruturado com escala Likert (ou questionário Likert), o questionário não estruturado com questões abertas, os testes padronizados cujo fim foi de avaliar aprendizagem em física.

Para o questionário Likert criamos uma escala com 5 (cinco) pontos onde atribuímos a cada uma delas a seguinte pontuação:

1 está para a opção *não concordo totalmente*;

2 está para a opção *não concordo*;

3 está para a opção *não sei o que responder*;

4 está para opção *concordo*;

5 está disponível para opção, *concordo totalmente*.

Para analisar os questionários e testes padronizados, fizemos um levantamento estatístico simples estimando a média, variância e desvio padrão. Para as entrevistas, usamos a decodificação qualitativa de linha por linha (SAMPIERI, COLLADO, LUCIO, 2013) procurando pela ação concreta na fala dos sujeitos (alunos) (CHARMAZ, 2009).

4.3. Etapas da pesquisa:

A primeira fase da pesquisa. — Cumprimos duas metas: a primeira consistiu em fazer uma revisão da literatura sobre o papel do pensamento computacional no ensino em geral, e, no ensino de ciências, em particular. De fato, foi um momento para leitura e catalogação de trabalhos, como livros e artigos sobre o tema que fundamenta esta pesquisa.

Em segundo, fizemos o delineamento acerca da investigação. Consequentemente, fizemos uma pesquisa exploratória (SAMPIERI, COLLADO, LUCIO, 2013) para delimitar o objeto de investigação e abrir o horizonte de possibilidades para que a pesquisa atendesse aos problemas reais do local onde a pesquisa foi realizada (vide apêndice I).

Na pesquisa exploratória buscamos determinar as principais dificuldades de aprendizagem enfrentadas pelos alunos, bem como saber o nível de compromisso com o aprendizado da disciplina, pois isso ajuda a delimitar o objeto de investigação e indica as melhores formas sobre como podemos conduzir nossa prática pedagógica. Para tanto, aplicamos um questionário composto por 13 perguntas onde as 7 (sete) primeiras eram perguntas com escala Likert e as outras 6 (seis) eram perguntas abertas, onde cada aluno poderia escrever sua opinião.

A Segunda fase. — Tratamos de analisar os resultados da pesquisa exploratória e delinear como seria a nossa intervenção pedagógica com as turmas. Os resultados da pesquisa exploratória estão disponíveis no apêndice I desta dissertação.

A terceira fase da investigação. – Nessa fase preparamos a intervenção. Aqui dedicamos tempo em pensar nos momentos pedagógicos e nos instrumentos de avaliação da aprendizagem. Ressaltamos que os momentos pedagógicos foram atomizados de acordo com as etapas do pensamento computacional como supracitado na seção fundamentação teórica.

A última e quarta fase da investigação. – Após percorrer esse longo caminho desde a delimitação do objeto de investigação à concretização da intervenção, coube, portanto, avaliá-la. Assim, a meta da última etapa foi medir se tivemos sucesso (ou não) com a

intervenção através de questionários e de uma avaliação de problemas físico-matemáticos de lápis e papel.

5. Proposta de intervenção: a sequência didática

Algumas coisas não de ser ditas antes de apresentar a sequência didática. Uma vez feito essas considerações, ficará claro, a quem possa interessar, as escolhas que fizemos e suas justificativas, ou seja, as razões desta sequência didática.

Primeiramente, antes da proposição da sequência didática, iniciamos a investigação empírica com uma pesquisa exploratória, na escola em que trabalhamos, com o fim de determinar quais os problemas de aprendizagem deveríamos atacar. Como resultado, obtivemos que as dificuldades matemáticas, o engajamento e o interesse pela disciplina, foram os três principais obstáculos à aprendizagem em física e, tão logo, a sequência didática deveria levá-los em consideração.

Em segundo lugar, a sequência didática, de certo modo, navega entre as atuais tendências pedagógicas, pois a grosso modo, o que estamos propondo é um modelo de ensino que disciplina a prática do professor conforme os quatro pilares ou etapas do “pensamento computacional”. Além disso, trabalhamos em consonância com a “Nova Base Nacional Comum Curricular”, a BNCC, porque a BNCC sinaliza, expressamente, o emprego desta tendência em sala de aula para a resolução de “situações-problemas”.

Em terceiro lugar, após a leitura de alguns estados da arte sobre o pensamento computacional, chegamos à conclusão de que nunca se especifica a base pedagógica do emprego dessa tendência, a base epistemológica tampouco. Assim, não sabemos qual é o real papel do professor ao longo do processo de ensino e aprendizagem. Embora, sempre esteja subentendido que o aluno é o protagonista, como em qualquer outro modelo ativo; mas não fica evidente o nível de estruturação das atividades didáticas em que se submetiam estes alunos.

Acerca disso tomamos a seguinte decisão: à lida com o aluno se baseia no “ensino explícito⁴” que, em poucas palavras, corresponde a aulas bastante dialogadas, porém são aulas sequenciadas e profundamente integradas seguindo três momentos: (a) o planejamento das atividades didáticas, (b) o ensino no chão da sala de aula, e (c) o acompanhamento e a consolidação da aprendizagem. O ensino explícito busca eficácia do ensino. Dessarte o exposto, nos parece natural presumir que a natureza do pensamento computacional dividido em etapas sequenciais e integradas vão ao encontro da natureza do ensino explícito, com ambos acomodando-se entre si.

⁴ GAUTHIER, Clermont; BISSONNETTE, Steve; RICHARD, Mario. **Ensino explícito e desempenho dos alunos: a gestão dos aprendizados**. 1 ed., Petrópolis: Vozes, 2014. 334 p. Vide p. 63.

Por fim, a balística é o conteúdo curricular inerente à física 1 abordado aqui. Entretanto, não fizemos uma escolha pela balística, foi a ocasião que nos colocou diante dela. Logo, importa ressaltar que a sequência didática não agrega nada de específico em detrimento desse conteúdo curricular, e que, portanto, ela pode ser facilmente adaptada aos demais tópicos da física, se assim convier ao professor.

5.1. Considerações sobre a intervenção

Antes de apresentar a sequência didática propriamente dita, retomamos, apenas, que os problemas de aprendizagem mais urgentes determinados pela pesquisa exploratória foram, conforme discussão precedente: a base matemática, a motivação e a não utilização de recursos tecnológicos nas aulas de Física.

A sequência didática tem como objeto o processo de ensino do movimento balístico. Este é objeto da mecânica clássica. Para tanto, utilizamos os projetos citados acima com o intuito de diminuir as dificuldades mencionadas pelos alunos incluindo as TICs em sala de aula, assim tentamos despertar o interesse dos discentes pela disciplina.

Além disso, esperamos que com as TICs diminua-se a abstração dos conceitos físicos tornando-os mais visíveis e, que aumente a participação dos alunos, haja visto que, com o PhET, enfatizamos um modelo de ensino através de atividades práticas.

A intervenção sempre deve começar com a verificação do conhecimento atual dos alunos em relação ao assunto que iremos estudar. Depois, devemos alinhar essas demandas com as animações e simulações computacionais, pois podem causar um efeito benéfico na compreensão dos conteúdos abordados (SERRANO; ENGEL, 2012). Nunes e Santos (2013, p. 3) falam sobre a relação computador e educador:

O computador desperta, na maioria dos alunos, a motivação que pode ser o primeiro “triumfo” do educador para resgatar a criança que não vai bem na sala de aula. Ele funciona como um instrumento que permite uma interação aluno-objeto, aluno-aluno e aluno-professor, baseada nos desafios e trocas de experiências.

Em relação ao projeto computacional podemos dizer o seguinte. O simulador Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulations, da Universidade do Colorado, pode ser visualizado o que aconteceria em uma situação real, caso fosse feito o experimento, com a vantagem de possuir baixo custo, se comparados aos laboratórios reais, pois o acesso ao programa é gratuito e compatível com a maioria dos celulares e

notebooks, os quais cerca de 90% dos alunos em sala de aula já possuem. Valente (2014, p. 151) tece alguns comentários sobre o PhET:

Tais programas são distribuídos sob a licença pública do Creative Commons, o que viabiliza que sejam baixados e usados livremente, segundo as limitações dessa licença. Além de o uso ser facilitado, os softwares foram traduzidos para diferentes idiomas, inclusive o português, e os usuários podem contribuir com experiências e atividades realizadas com a sua utilização. No site do PhET, é possível encontrar ideias sobre experimentos a serem realizados, exercícios a serem resolvidos etc.

Utilizaremos o simulador virtual PhET na resolução de problemas para tornar mais visível o comportamento das variáveis no movimento balístico, pode-se observar através das simulações o que acontece quando é alterada algumas variáveis do sistema como ângulo, velocidade inicial e a resistência do ar.

Segundo Coelho (2002, p.39) as simulações possibilitam uma maior conexão entre o estudo do fenômeno físico de maneira teórica em sala de aula e os experimentos em um laboratório virtual, pois permitem que os resultados sejam visualizados, inúmeras vezes, possibilitando um melhor entendimento das variáveis envolvidas.

5.2. Desenvolvimento da sequência didática

AULA 01 - Conflito entre EUA e Coreia do Norte

1. Identificação

Nível de ensino – Ensino Médio

Ano/série – Módulo I

Docente responsável – Thomás Silva Correa

Modalidade – Remota

Área de conhecimento – Física

Tema da aula – Movimento balístico

Título – O conflito entre EUA e Coreia do Norte

Duração prevista – 48 minutos

2. Problema

- Conflito entre EUA e Coreia do Norte

3. Objetivos

- Apresentar o (tema), o conflito entre EUA e Coreia do Norte e esclarecer o que motiva estas duas nações a manterem este conflito até os dias atuais.

4. Conhecimentos introdutórios relevantes

- O discente necessita conhecer o poder de fogo dos EUA e Coreia do Norte

5. Metodologia

Esta primeira aula pode ser antecipada para os discentes como uma atividade extraclasse, para que os mesmos façam uma pesquisa sobre a situação problema do tema que será abordado nas aulas seguintes, ou o docente pode simplesmente disponibilizar o texto que consta nesse produto educacional a respeito do conflito entre EUA e Coreia do Norte, para que já na primeira aula os discentes tenham alguns conhecimentos prévios do assunto que será tratado, antes mesmo do professor ter abordado o problema em sala de aula.

A primeira aula da sequência didática deve ter como objetivo a introdução do tema, fornecendo também alguns conceitos específicos relacionados ao movimento balístico. Podemos primeiramente analisar algumas situações que mais tarde permitam lançar uma situação problema. Para isso, pode-se utilizar alguns slides com informações do tema e vídeos de curta duração para facilitar a compreensão.

Sugestão de texto para o professor introduzir o tema junto aos discentes

O conflito entre EUA e Coreia do Norte é histórico e contém vários capítulos sombrios, como ameaças de ataques nucleares. Já foram ensaiadas algumas tentativas de estabelecer a paz entre os países, mas o que prevalece é a política do poder.

Este conflito, segundo Figueiredo (2019), iniciou-se basicamente no século XX no ano de 1950 no início da guerra fria, foi quando a Coreia do Norte marchou em direção ao Sul para tomar território e chegou a tomar a capital **Seul**. Em resposta a isso, as Nações Unidas, sob influência dos Estados Unidos, desaprovaram o ataque e iniciou uma contra ofensiva na península coreana, com a grande maioria das tropas enviadas sendo estadunidense. Estava deflagrado o cenário da **Guerra da Coreia**, que duraria três anos, até 1953.

Estados Unidos da América e Coreia do Norte resolveram ressuscitar suas desavenças políticas no ano de 2017 e colocaram em alerta os militares para possíveis ataques dos dois lados. Kim Jong-Un ameaça de forma verbal os EUA, falando das armas que possui, mas que não citava fazia um bom tempo.

Representantes dos dois países, Donald Trump – ex-presidente dos EUA e Kim Jong-Un – líder supremo da Coreia do Norte – até se encontraram em junho de 2018 e em fevereiro de 2019. O primeiro encontro da história entre um líder norte-coreano e um

chefe de Estado dos EUA aconteceu em 2018 em Cingapura, após uma intensa série de testes nucleares e de mísseis por parte do Norte no ano anterior.

Ameaça de lançamentos de mísseis; suspensão de testes balísticos; lançamentos de mísseis de alcance reduzido, partindo de suas bases militares em maio de 2019, são alguns dos fatores que intensificaram o conflito entre EUA e Coreia do Norte. É um confronto cheio de hostilidades entre as duas nações.

No ano de 2021 a Coreia do Norte informou que o primeiro lançamento desde que Joe Biden chegou à Casa Branca, foi um teste de um novo “projétil” tático guiado e equipado com um motor de combustível sólido, segundo os militares sul-coreanos. Eles informaram que os mísseis, disparados da província de Hamgyong do Sul, alcançaram uma altura de 60 quilômetros e percorreram aproximadamente 450 quilômetros, sem que tenham caído em suas águas territoriais.

Figura 5: Lançamento de míssil balístico



Fotos mostram novo míssil da Coreia do Norte durante teste realizado nesta quinta-feira (25) — Foto: KCNA via REUTERS

FONTE: Portal de notícias G1

As resoluções do Conselho de Segurança da ONU contra o programa nuclear da Coreia do Norte proíbem os testes de mísseis balísticos, desenhados em princípio para transportar ogivas atômicas. Não impedem, porém, os ensaios com mísseis de cruzeiro, menos potentes e mais lentos.

Mas não é só política e economicamente que os Estados Unidos se envolvem na questão. O país também realiza **exercícios militares conjuntos** com a Coreia do Sul. Conforme trazido por Robert Collins, veterano do Departamento de Defesa dos Estados Unidos, o primeiro dos exercícios aconteceu 16 meses após o final da Guerra da Coreia, e outros se deram desde então.

Como podemos perceber, a relação entre EUA e Coreia do Norte é extremamente complexa, envolvendo diversas tentativas de negociação e uma série de atores interessados. Ao olhar para isso, é importante entender a posição e os interesses dos EUA e os da Coreia para que as estratégias adotadas por cada um deles façam sentido.

Enfim, hoje ainda no século XXI a Coreia do Norte sofre sanções econômicas por continuar desenvolvendo e aumentando seu arsenal nuclear e tentando cada vez mais se preparar em caso de conflitos que possam ocorrer novamente.

Percebemos que os conflitos de força hoje entre as duas nações não se resumem mais como antigamente onde ter um maior número de soldados significaria ter um maior poder de fogo, hoje temos ao nosso alcance a tecnologia que foi se aperfeiçoando ao longo dos séculos onde permitiu-se desenvolver vários itens desde à área da saúde que beneficiam a sociedade como um todo até mísseis capazes de atingir altas velocidades e transportar perigosas ogivas que tem um alto poder de destruição e com alta precisão de acerto em seus alvos.

6. Recurso necessário

- Notebook
- Texto PDF
- Classroom
- Caneta
- Internet ou já possuir os vídeos no notebook

Sugestões de vídeos para serem apresentados aos discentes pelo professor

Além do texto acima, pode-se passar também mais dois documentários do Youtube que resume um pouco do conflito entre EUA e Coreia do Norte, para ficar mais claro para os discentes o motivo pelo qual a Coreia investe boa parte do seu PIB para produzir mísseis balísticos que podem transportar ogivas nucleares cada vez mais potentes. Segue os links dos vídeos no Youtube:

1. (10 minutos e 14 segundos) <https://www.youtube.com/watch?v=sCJAyjsCknA>.
2. (10 minutos e 55 segundos) <https://www.youtube.com/watch?v=PGTIDERvZ4I>.

7. Propostas de avaliação

Após a explanação do tema em sala, o professor pode aplicar um questionário diagnóstico junto aos discentes para observar se os mesmos conseguiram entender sobre o conflito entre EUA e Coreia do Norte, e terem percebido que este cenário hostil entre

as duas nações é complexo e envolve interesses diversos tanto de uma nação quanto de outra, interesses políticos, econômicos e tecnológico-científico.

A atividade diagnóstica sugerido ao professor é a seguinte:

1) Em que ano iniciou o conflito entre EUA e Coreia do Norte. Porque?

- a) 1953. Porque a Coreia do Norte invadiu a Coreia do Sul.
- b) 1950. Porque a Coreia do Norte invadiu a Coreia do Sul.
- c) 1945. Porque os EUA tentaram invadir território da Coreia do Norte.
- d) 1964. Porque os EUA invadiu a Coreia do Sul.
- e) Nenhuma das respostas.

2) Em que ano cessou a guerra da Coreia?

- a) 1945
- b) 1950
- c) 1953
- d) 1964
- e) Nenhuma das respostas

3) Porque a Coreia do Norte sofre sanções econômicas até nos dias atuais?

- a) Porque ela não se dá bem com os EUA
- b) Porque ela realiza testes com mísseis balísticos para transportar ogivas nucleares até os dias atuais
- c) Porque a Coreia do Norte vive em um regime ditatorial
- d) Porque a Coreia do Norte e a Coreia do Sul nunca assinaram um tratado de paz após a guerra da Coreia
- e) Nenhuma das respostas

4) Qual o regime que é adotado na Coreia do Norte?

- a) Democracia
- b) Ditadura
- c) Socialista
- d) Comunismo
- e) nenhuma das respostas

5) Qual foi a principal aliada da Coreia do Sul na Guerra contra a Coreia do Norte?

- a) EUA
- b) Japão
- c) China
- d) Brasil
- e) Nenhuma das respostas

6) Qual o acordo feito entre as duas Coreias Norte e Sul em 1953?

- a) Tratado de Paz
- b) Tratado Trianon
- c) Tratado de Versalhes
- d) Acordo de Armistício
- e) Nenhuma das respostas

O questionário sobre o conflito entre EUA e Coreia do Norte será feito com papel e caneta, com o questionário poderemos verificar se os discentes assimilaram os principais motivos do conflito entre essas duas nações que já duram várias décadas.

8. Referências

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. **Proposta de plano de aula para o ensino de física**. Physicae Organum, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

FIGUEIREDO, Dannel. **Estados Unidos e Coreia do Norte: entenda a relação!**. Politize!: Dannel Figueiredo, 2019. Disponível em: <https://www.politize.com.br/estados-unidos-e-coreia-do-norte/>. Acesso em: 20 ago. 2021.

COREIA do Norte lança dois mísseis balísticos da sua costa leste. EL PAÍS, 2021. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/internacional/2021-03-25/coreia-do-norte-lanca-dois-misseis-balisticos-da-sua-costa-leste.html>. Acesso em: 20 ago. 2021.

MACEDO, Márcia. **Conflito entre EUA e Coréia do Norte**. EDUCA+BRASIL, 2019. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/geografia/conflito-entre-eua-e-coreia-do-norte>. Acesso em: 20 ago. 2021.

AULA 02 - A decomposição do problema (situação-problema) e o reconhecimento de padrão

1. Identificação

Nível de ensino – Ensino Médio

Ano/série – Módulo I

Docente responsável – Thomás Silva Correa

Modalidade – Remota

Área de conhecimento – Física

Tema da aula – Movimento balístico

Título – O conflito entre EUA e Coreia do Norte

Duração prevista – 48 min

2. Problema

A complexidade do conflito entre EUA e Coreia do Norte e seus fatores.

3. Objetivos

Decompor o problema em todos os seus fatores, político, econômico, tecnológico-científico, e analisar a parte científica para possibilitar o reconhecimento de padrões do movimento balístico.

4. Conhecimento introdutório relevante

Conceitos de MRU, MRUV e trigonometria.

5. Metodologia

5.1 - A decomposição do problema (situação-problema)

“Decompor” um problema consiste em reduzi-lo em seus componentes que são suas partes menores.

Aqui é suficiente ressaltar o que já foi dito lá na contextualização, na apresentação do tema do problema. De fato, a contextualização serve para apresentar as diferentes faces do problema real; quais sejam: a política, a econômica e tecnológica -científica.

Em seguida, o professor deve ressaltar que parte, dentre as demais, ele irá convidar a turma a voltar a sua atenção, que é a parte científica.

É aqui o momento exato em que o professor apresenta a situação-problema que é: quais são os fatores físicos (variáveis) que precisam ser examinados para que um míssil lançado pela Coreia do Norte atinja os EUA?

Deste contexto complexo podemos tirar a balística como o estudo em questão que iremos tratar no estudo da física, temos que os mísseis balístico que tem velocidade aproximadamente de 24.000 km/h é um dos grandes carros chefes de poder de fogo dessas nações, onde podem atingir alvos sem nem um desgaste físico apenas com alguns comandos, mas no estudo em questão vale destacar que segundo Júnior (2017, p.11) “(...) A diferença básica entre um projétil balístico e outro não balístico, é que no projétil balístico a força de propulsão cessa assim que é lançado na atmosfera; ao passo que nos não balísticos a força de propulsão continua agindo através de foguetes instalados na cauda até que acabe seu combustível.” após este momento o míssil segue uma trajetória pré-determinada que não pode ser consideravelmente alterada após o míssil queimar todo

seu combustível, então, a sua trajetória fica governada apenas pelas leis da balística, onde basicamente é como esses mísseis são manipulados para percorrerem distâncias tão grandes mesmo havendo tantas variáveis dissipativas que se encontra na atmosfera.

Esses mísseis conseguem com muita precisão acertar seus alvos. Para cobrir grandes distâncias, a trajetória dos mísseis balísticos atinge as camadas mais altas da atmosfera ou o espaço, efetuando um voo sub-orbital, para mísseis balísticos intercontinentais (ICBM) o apogeu é de aproximadamente 12 mil quilômetros. Quando chegam ao espaço, os mísseis não recebem mais nenhum "impulso" e seguem uma trajetória balística até ao seu destino.

5.2 - O reconhecimento de padrão

“Reconhecer padrões” significa emparelhar problemas diferentes e ressaltar que, na verdade, tratam-se dos mesmos problemas, embora se mostrem diferentes porque advém de contextos diferentes, ou, porque pertencem a saberes diferentes. Mas, não o são! Aqui o professor tem duas metas nessa etapa.

A primeira meta é fazer aproximações com problemas diversos. Para tanto, se aproveite do tempo presente, use as Olimpíadas, isso ajudará os alunos a se conectarem com o assunto em pauta. Por exemplo: o lançamento de dardos, o lançamento de peso, o chute chamado de lançamento, no futebol, são casos em que fisicamente encontramos o entrelaçamento das mesmas variáveis. Use vídeos para ativar as ideias da garotada.

5.2.1 Metodologia para primeira meta

Visto algumas características de lançamentos balísticos, será que conseguimos associar algo com o nosso cotidiano que não seja necessariamente um míssil balístico? poderíamos dizer que uma bola chutada por um jogador em um cruzamento a bola teria uma trajetória balística? E quando uma pessoa realiza um tiro de estilingue, como podemos considerar esse movimento? Nos jogos olímpicos participou o brasileiro que ficou conhecido nas redes sociais como o “senhor incrível” na modalidade de lançamento de peso, na prática deste esporte e de lançamento de dardo ter uma noção de como funciona o movimento balístico ajudaria os atletas a terem um melhor desempenho nas competições? Se a resposta for positiva que ajudaria, o professor pode perguntar ao aluno quais noções os atletas necessitam ter para se obter melhor desempenho? Mas caso a resposta seja negativa, o professor pode perguntar qual o movimento que ocorre quando

os objetos são lançados pelos atletas? E porque não ajudaria ter conhecimento do movimento balístico para se obter um melhor desempenho?

Como segunda meta, o professor deve fazer um inventário das possíveis variáveis, ou fatores físicos, que influenciam o movimento balístico, por meio de uma aula dialogada. Exemplo: velocidade de lançamento, ângulo de tiro, resistência do ar, aerodinâmica, massa, temperatura, rotação da Terra, entre outras.

5.2.2 Metodologia para segunda meta

Sabendo que existem similaridades de várias situações problemas de movimentos no nosso cotidiano que se equipara a um movimento de um míssil balístico, dos vários tipos de situações possíveis, quais fatores físicos podem-se afirmar que influenciam de forma direta em um movimento balístico em qualquer uma das situações possíveis no nosso cotidiano.

Alterar a velocidade de lançamento traria qual modificação em um lançamento balístico? E se a gente modificar o ângulo de lançamento o que acontece e quais variáveis são alteradas consequentemente? E se no lançamento balístico o vento estiver a favor do movimento, o que pode ser adquirido? E se o vento estiver contra o movimento qual a consequência para o movimento balístico? Lançar um objeto mais pesado que outro irá beneficiar caso o interesse seja ter um maior alcance? Por exemplo, se realizarmos lançamentos com velocidade e ângulo fixo, com dois objetos de massas diferentes, quais deles terão o maior alcance? Em um lançamento balístico a velocidade inicial é igual a velocidade final quando este objeto atinge a mesma altura de lançamento? A trajetória parabólica formada em um lançamento balístico é simétrica em relação ao vértice (ordenada máxima)? Em regiões frias o movimento balístico é mais fácil?

6. Recursos necessários

- Classroom
- Notebook
- Internet

7. Referências

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. **Proposta de plano de aula para o ensino de física**. *Physicae Organum*, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

JÚNIOR, Otaviano de Almeida. **UM ESTUDO SOBRE O MOVIMENTO DOS PROJÉTEIS BALÍSTICOS E SUA TRAJETÓRIA**. São Paulo - SP: Edgard Blücher Ltda, 2017. 70 p.

AULA 03 - A abstração, ou, a primeira fase da modelização da balística

1. Identificação

Nível de ensino – Ensino Médio

Ano/série – Módulo I

Docente responsável – Thomás Silva Correa

Modalidade – Remota

Área de conhecimento – Física

Tema da aula – Movimento balístico

Título – Modelização do movimento balístico

Duração prevista – 48 min

2. Problema

Abstrair as variáveis dos problemas reais, ou seja, modelar qualquer problema real referente ao movimento balístico.

3. Objetivos

Descontextualizar os vários tipos de problemas da balística de forma que se tornem problemas universais.

4. Conhecimento introdutório relevante

MRU, MRUV, trigonometria, grandeza vetorial.

5. Metodologia

“Abstrair” é a operação mental de separar partes de um objeto (fenômeno) e deixar de fora outras partes. Exemplo: eu vejo uma maçã e me interesso somente pela sua cor, daí faço um estudo científico sobre a cor da maçã. No entanto, a maçã tem sabor, forma e matéria que são postos de lado. Ou por exemplo: se um professor quer organizar as provas que ele corrigiu das maiores notas para as menores, ele irá prestar atenção apenas nas notas e podendo deixar de lado a identificação do aluno, pois o que importa para ele organizar suas provas são apenas as notas e não os nomes dos alunos.

À guisa de esclarecimento, a diferença entre a “decomposição do problema” e a “abstração” é que, na primeira mostramos as partes do problema real; na segunda, lidamos com atributos ou as características do problema real, como se as demais não existissem, portanto idealizamos o problema, tornamo-lo idealizado.

Pela abstração voltamos nossa atenção para as características da balística que se encontram em todos os movimentos balísticos, não somente no míssil do King Jong-un. Portanto, estudamos situações descontextualizadas e, logo, universais.

Nessa etapa o professor pode pensar numa **única meta**; qual seja: descontextualizar a balística. Agora, em vez de falar do lançamento de míssil pela Coreia do Norte contra os EUA, o professor irá falar do lançamento de um corpo de massa M , com velocidade inicial v_0 com um ângulo qualquer, num meio sem resistência, sem influência da rotação da Terra, etc.

Aqui o professor precisa deixar muito claro essa abstração. Sempre sendo expositivo e argumentando com seus alunos. Eles precisam entender esse reducionismo abstrato e, sobretudo, compreender o motivo prático de se proceder assim. Aqui, converse com eles e deixe claro que você está conduzindo-os a um método de trabalho que torna factível resolver qualquer movimento balístico, independente do contexto. Isso é fundamental!

5.1 - Metodologia para descontextualização

No estudo em questão de lançamento balístico a partir de agora, vamos começar a desconsiderar as várias variáveis externas que podem atrapalhar o movimento, desde a resistência do ar e até mesmo a rotação da Terra, para fazermos um estudo mais aprofundado de como se dá o comportamento das variáveis deste movimento em toda sua trajetória quando o mesmo se encontra em um modelo ideal, ou seja, vamos considerar em qualquer lançamento balístico um objeto que tenha suas dimensões desprezíveis, assim considerando o mesmo como um ponto material, ou seja, que o objeto lançado iremos considerar para efeito de estudo apenas o centro de massa do corpo, que tenha uma massa M e uma velocidade inicial pré-determinada.

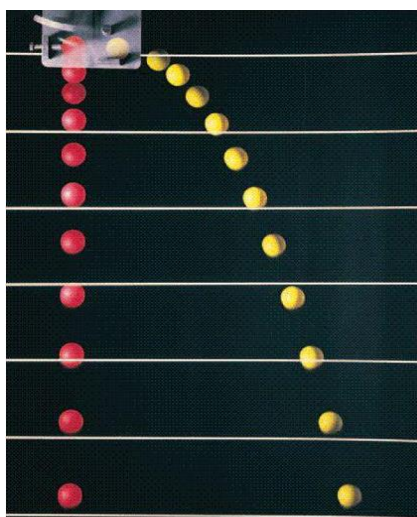
Uma partícula, que é lançada em um plano formando um ângulo com a horizontal diferente de 90 graus, com velocidade inicial \vec{V}_0 e com uma aceleração constante, igual à aceleração da gravidade próxima da Terra, dirigida para baixo, é chamada de balística (o que significa que é projetada ou lançada), e o movimento é chamado de movimento balístico.

Este tipo de lançamento é caracterizado por estar efetuando ao mesmo tempo dois tipos de movimentos, um na vertical, com aceleração constante que aponta para o centro da Terra, e outro na horizontal que não sofre nem uma interferência que possa atrapalhar seu movimento, pois estaremos desprezando o efeito do ar nessas situações. Pelo princípio da simultaneidade dos movimentos, estes dois fenômenos acontecem ao mesmo tempo e isso é o que liga os dois movimentos.

Essa propriedade permite decompor um problema que envolve um movimento bidimensional em dois problemas unidimensionais independentes e mais fáceis de serem resolvidos, um para o movimento horizontal (com aceleração nula) e outro para o movimento vertical (com aceleração constante para baixo).

Veja a seguir uma fotografia estroboscópica de duas bolas de golfe, uma que simplesmente foi deixada cair e outra que foi lançada horizontalmente por uma mola. As bolas de golfe têm o mesmo movimento vertical; ambas percorrem a mesma distância vertical no mesmo intervalo de tempo. O fato de uma bola estar se movendo horizontalmente enquanto está caindo não afeta o movimento vertical; ou seja, os movimentos horizontal e vertical são independentes (Halliday, 2018, p.73).

Figura 6: fotografia estroboscópica de duas bolas de golfe



FONTE: Halliday (2018)

A seguir segue dois links de vídeos no youtube de curta duração para demonstrar de forma detalhada e ilustrativa, experiências que comprovam a independência dos movimentos que ocorre na horizontal e vertical em um lançamento balístico.

1. (2 minutos e 7 segundos) https://www.youtube.com/watch?v=sPVZn_p8FNM
2. (2 minutos e 38 segundos) <https://www.youtube.com/watch?v=cKsQ37kpBsl>

6. Recursos necessários

- Classroom
- Notebook
- Internet
- Vídeos

7. Referências

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. **Proposta de plano de aula para o ensino de física**. *Physicae Organum*, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

Fundamentos de física, volume 1: mecânica / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. - 10. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2018.

AULA 04 – o algoritmo, ou, o segundo momento da modelização da balística

1. Identificação

Nível de ensino – Ensino Médio

Ano/série – Módulo I

Docente responsável – Thomás Silva Correa

Modalidade – Remota

Área de conhecimento – Física

Tema da aula – Movimento balístico

Título – Modelização do movimento balístico

Duração prevista – 48 min

2. Problema

Recrutar as demais etapas do pensamento computacional que já trabalhamos e resolver problemas universais.

3. Objetivos

Apresentar as equações de movimento balístico, relacionando-as com os conhecimentos prévios dos discentes referentes aos conceitos de MRU e MRUV.

4. Conhecimento introdutório relevante

Conceitos de MRU, MRUV, trigonometria e grandeza vetorial.

5. Metodologia

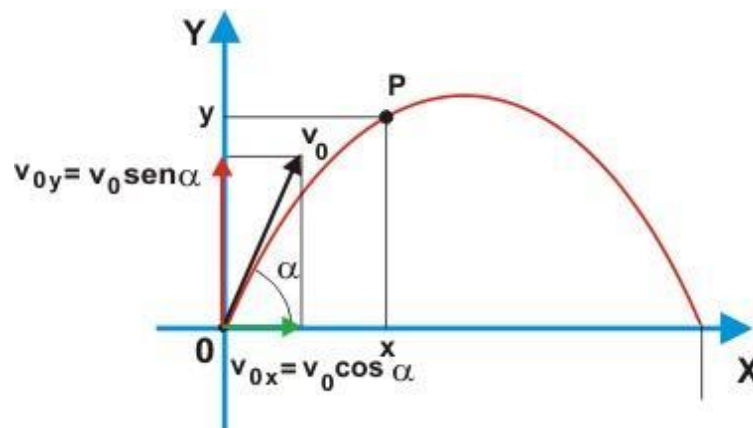
O “algoritmo” representa um conjunto de regras voltadas a resolver um problema. De certo modo, essa etapa, quando mal interpretada, parece sintetizar todas as demais, parece sintetizar integralmente o Pensamento Computacional. De fato, ela não sintetiza, mas recruta todas as etapas anteriores para colocá-la em ação.

Você tem duas metas agora professor:

5.1 - A primeira é trabalhar com a dedução e bom entendimento das equações de movimento

No estudo de lançamento oblíquo, podemos primeiramente decompor o módulo da velocidade (V) em V_x e V_y separados para depois introduzir nas respectivas equações de movimento retilíneo uniforme (MRU) e movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV).

Figura 7: Decomposição do módulo da velocidade de um lançamento balístico



Disponível em: <<http://varianciapi.blogspot.com/2011/09/deducao-das-formulas-do-movimento-de.html>> . Acesso em: 24/03/2022

Tendo as componentes da velocidade na horizontal e da vertical podemos aplicá-las em suas respectivas equações de movimento como se o movimento fosse considerado apenas sobre uma trajetória retilínea e não mais parabólica, para termos melhor compreensão do comportamento das suas variáveis nos respectivos eixos.

Então teríamos apenas um MRU na horizontal sendo que estamos considerando um sistema ideal onde não se tem resistência de nenhuma força dissipativa, até mesmo do ar que respiramos, então trabalhamos com a equação horária da posição (3.11) que já conhecemos.

$$x = x_o + v_{ox}t$$

Onde iremos considerar que $(x - x_o = A)$ que denominamos de alcance, essa parte da balística é bastante utilizada por atletas como por exemplo no arremesso de peso, lançamento de disco e basquetebol, a distância horizontal máxima é atingida para um ângulo de lançamento de 45° , mas lembrando que no mundo real onde as variáveis externas interferem no movimento, o alcance certamente é bem menor do que em uma modelagem ideal.

Já no eixo vertical as equações horárias que irão determinar tanto a posição quanto a velocidade será a de MRUV, pois neste eixo temos a aceleração da gravidade que se encontra praticamente constante e irá atuar no objeto que estiver sendo lançado, lembrando que nesse estudo estamos considerando esse movimento próximo a superfície da terra, caso contrário a aceleração da gravidade poderia ser alterada de acordo com sua altura, e estamos também considerando que as distâncias ou alcance são pequenas, logo, a rotação da terra não é um parâmetro relevante.

Então podemos considerar o movimento na vertical como se ele fizesse apenas uma trajetória retilínea como já estão acostumados a trabalharem com as equações de MRUV, teríamos que a equação (3.10).

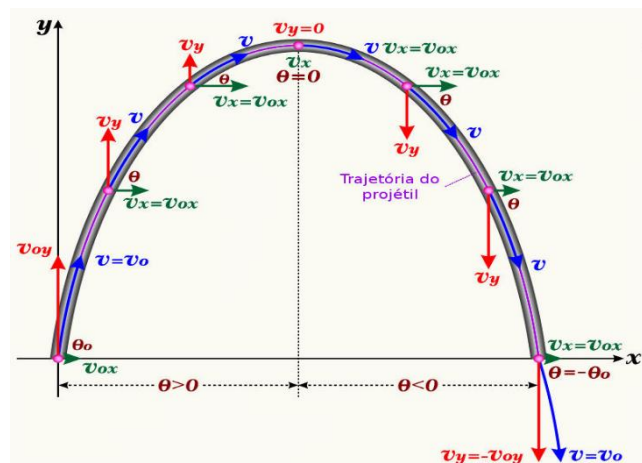
$$y = y_o + v_{oy}t - \frac{gt^2}{2}$$

Onde $(y_o = 0)$ e $(y = h)$, que denominamos de altura, podemos observar que a equação é semelhante à que utilizamos para determinar a posição no MRUV, mas em vez de utilizarmos (a) como sendo a aceleração, substituímos por (g) que é a aceleração da gravidade que está atuando no objeto lançado. Consequentemente podemos determinar a equação horária da velocidade (3.9) da mesma forma.

$$v_y = v_{oy} - gt$$

A componente vertical da velocidade se comporta exatamente como a de uma bola lançada verticalmente para cima. Inicialmente ela está dirigida para cima e seu módulo diminui continuamente até se anular, o que determina a altura máxima da trajetória. Em seguida a componente vertical da velocidade muda de sentido e seu módulo passa a aumentar com o tempo.

Figura 8 Trajetória de um lançamento balístico, em $x_0=0$ e $y_0=0$



Disponível em: <<https://www.preparaenem.com/fisica/lancamento-obliquo.htm>>. Acesso em: 24/03/2022.

5.2 - A segunda meta é trabalhar alguns exercícios de balística utilizando caneta e papel. Segue a sugestão da atividade a ser desenvolvida pelo professor junto aos alunos

Neste momento trata-se de resolver problemas do próprio livro didático dos alunos, utilizamos aqui o livro Física: ciência e tecnologia/Carlos Magno A. Torres para cumprir essa meta, para que assim a assimilação das equações ficasse melhor compactadas pelos discentes.

Primeiro problema: Uma bola é lançada do solo com velocidade $v_0 = 20\text{m/s}$, formando um ângulo $\theta = 30^\circ$ com a horizontal. Considere $g = 10\text{m/s}^2$ e despreze a resistência do ar. Calcule:

- a) O tempo de subida, isto é, o intervalo de tempo que a bola demora para atingir o vértice da parábola;
- b) O tempo de descida;
- c) A altura máxima;
- d) O alcance horizontal;
- e) A velocidade da bola ao atingir o vértice da parábola.

Segundo problema: Um projétil é lançado obliquamente a partir do solo horizontal com velocidade cujo módulo é $v_0 = 25\text{ m/s}$, segundo um ângulo θ tal que $\text{sen } \theta = 0,6$ $\text{cos } \theta = 0,8$. Considere $g = 10\text{ m/s}^2$ e despreze a resistência do ar. Determine:

- a) O tempo de subida;
- b) O tempo de descida;

- c) O tempo total de movimento;
- d) A altura máxima;
- e) O alcance horizontal;
- f) A velocidade do projétil no ponto mais alto da trajetória.

Terceiro problema: Um jogador de futebol cobra uma falta frontal a 32 m da trave. Ele imprime à bola uma velocidade \vec{v} de módulo 20 m/s e que forma com a horizontal um ângulo θ tal que $\sin \theta = 0,6$ e $\cos \theta = 0,8$. O travessão superior está a $2,4\text{ m}$ do gramado, e a bola passa por cima do travessão. A que altura acima do travessão a bola cruza a linha de fundo? No instante em que passa por cima do travessão, a bola está subindo ou descendo? Considere $g = 10\text{ m/s}^2$ e despreze a resistência do ar.

Quarto problema: duas bolinhas são lançadas obliquamente com velocidade inicial do mesmo módulo \vec{v} . Uma é lançada com ângulo de 60° , e a outra, de 30° . Qual delas atinge maior altura? Qual delas tem maior alcance?

6. Recursos necessários

- Classroom
- Internet
- Lista de exercício

7. Referências

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. **Proposta de plano de aula para o ensino de física**. *Physicae Organum*, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

Fundamentos de física, volume 1: mecânica / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. - 10. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2018.

AULA 05 – Simulações no PhET e aplicação de atividades

1. Identificação

Nível de ensino – Ensino Médio

Ano/série – Módulo I

Docente responsável – Thomás Silva Correa

Modalidade – Remota

Área de conhecimento – Física

Tema da aula – Movimento balístico

Título – Simulações virtuais no PhET

Duração prevista – 48 min

2. Problema

Simulações do PhET e resolução de atividades.

3. Objetivos

Verificar a estabilidade dos subsunçores dos estudantes.

4. Conhecimentos introdutórios relevantes

Saber o comportamento das variáveis em um lançamento balístico.

5. Metodologia

Veja, existe uma importante diferença entre como funciona o programa científico para construir teorias e explicar o mundo, e, como nós ensinamos essas teorias e explicamos o mundo, em sala de aula.

Cientificamente, como no pensamento computacional, saímos de situações reais e, após várias movimentações, chegamos em situações ideais, universais. Mas, na hora de ensinar, fazemos o contrário; saímos de situações idealizadas e as ressignificamos (reestruturamos) por meio de exemplos concretos.

Até aqui, você professor fez a primeira parte, o caminho da ida até a abstração. Falta fazer a volta; sair da abstração e pousar em situações reais. E essa é a **primeira meta** desta etapa.

Para cumprir essa meta, use o simulador virtual PhET disponível em file:///D:/Desktop/projectile-motion_en.html, e faça a simulação de várias situações modificando aquelas variáveis que citamos no inventário da primeira aula no “reconhecimento de padrão”.

5.1 – Desenvolvimento da segunda atividade da sequência didática

Nesse momento se a escola onde o professor leciona não dispor de sala de informática com capacidade para todos os alunos, o professor pode apresentar o simulador virtual PhET através de um projetor na sala de mídia se a escola tiver, ou até mesmo na própria sala de aula, para que assim seja possível demonstrar algumas simulações virtuais,

para isso é necessário um notebook e um projetor para que os discentes visualizem de forma dinâmica o comportamento das variáveis em toda a trajetória do movimento balístico.

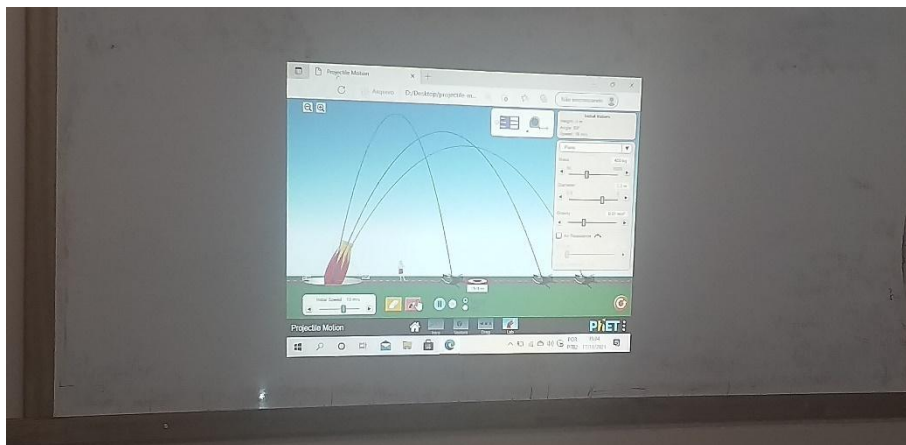
Fotografia 1: Fotografia da aplicação do projeto PhET



FONTE: Próprio autor

O PhET nos permite demonstrar para os discentes através de simulações virtuais as componentes decompostas dos seus respectivos movimentos MRU e MRUV, assim tendo maior facilidade de explicação e entendimento do movimento bidimensional que este pode ser decompostos em dois movimentos unidimensionais e independentes um do outro.

Fotografia 2: Simulações virtuais



FONTE: Próprio autor

Pode-se, assim, observar com cuidado apenas um dos aspectos do problema, por decisão individual, por interesses diversos, tomar uma pequena parte do problema, delimitar o número de variáveis que descreve o problema, por interesse em conhecer melhor e mais profundamente o problema inicial. Podemos e iremos trabalhar com as variáveis externas nas simulações virtuais para que assim possamos observar o quanto é

alterado o movimento balístico quando o mesmo está sujeito a resistência do ar, quando alteramos as dimensões de um corpo de lançamento, sua massa etc.

Diante de um fenômeno, pode-se analisar somente a parte que interessa. Como por exemplo, se quisermos saber a altura máxima alcançada pelo projétil, se já tivermos a componente da velocidade v_y , poderemos trabalhar como se o movimento fosse apenas na vertical, desconsiderando assim a componente horizontal do movimento oblíquo.

Então, após a apresentação das simulações virtuais no PhET o professor pode tratar de fazer uma **segunda atividade** da sequência didática utilizando o formato tradicional de papel impresso, com o intuito de acompanhar como está sendo o entendimento do assunto pelos discentes, para que assim seja possível de se observar quais as constatações que os discentes tiveram após fazerem diversas visualizações de disparos realizados no simulador PhET e ainda terem conhecido as equações horárias que regem o movimento balístico.

6. Recursos necessários

- Classroom
- Notebook
- Internet

7. Propostas de Avaliação

7.1 - Sugestão de atividade a ser desenvolvida pelo professor: se possível a cada pergunta respondida pelos alunos, o professor realiza uma simulação para que os discentes visualizem se suas respostas estão certas ou erradas. Esta atividade é discursiva

1. *No lançamento balístico se alterarmos somente a massa do objeto ou formato o que ocorre com as demais variáveis se mantermos fixa velocidade inicial e ângulo? Lembrando que estamos desconsiderando a resistência do ar.*

2. *Qual deveria ser o ângulo para obter o maior alcance?*

3. *Se alterarmos a velocidade inicial de disparo. O que ocorre?*

4. *Quantas possibilidades com ângulos diferentes se tem para acertar um mesmo ponto?*

5. *Projétil com maior amplitude necessariamente tem maior alcance?*

6. *Qual o movimento que ocorre na horizontal e porquê?*

7. *Qual o movimento que ocorre na vertical e porquê?*

A segunda meta é aproveitar a oportunidade e fazer desse momento um espaço para coleta de dados. Não faça as simulações aleatoriamente, estruture uma atividade em que seja possível você recolher as respostas dos alunos. É importante mostrar, o mais claro possível, qual é o papel que estas variáveis ocupam no movimento balístico.

Ainda utilizando o projeto PhET, pode-se trabalhar uma atividade para analisar de forma estatística a assimilação do conteúdo ao qual foi trabalhada até o momento, e de acordo com cada respostas dos discentes realizar uma simulação virtual no PhET para que os mesmos visualizem se sua resposta condiz com a simulação, assim eles poderão se auto corrigir, mas claro, podendo tirar todas as dúvidas que surgirem com o docente no momento da simulação virtual.

7.2 - A segunda sugestão de atividade a ser aplicado nesta aula é totalmente composto de perguntas objetivas, onde vem seguido de 5 (cinco) perguntas:

As situações a seguir estão sujeitas exclusivamente à aceleração da gravidade próxima da terra onde em todas as situações é considerada uma velocidade fixa e é realizado cinco lançamentos com ângulos diferentes em cada situação, os ângulos formados com a horizontal são 15°, 30°, 45°, 60°, 75°. Desconsiderar a resistência do ar.

- 1) *Em um jogo de futebol um jogador realizar diversos lançamentos, qual desses lançamentos em função do ângulo formado com a superfície ele atingirá a sua altura máxima?*
- a) 15° b) 30° c) 45° d) 60° 75°
- 2) *Em uma partida de futebol um goleiro realiza diversos chutes, qual desses chutes terá um maior alcance horizontal quando formado um ângulo com a superfície terrestre?*
- a) 15° b) 30° c) 45° d) 60° 75°
- 3) *Dois garotos brincando de tacobol realizam sucessivas rebatidas em uma bolinha, quais dessas rebatidas atingirão a mesma altura máxima? considere que a bolinha e o taco formem respectivos ângulos no momento da batida.*
- a) 15° e 45° b) 30° e 75° c) 45° e 75° d) 15° e 75° e) N.D.R.A
- 4) *Dois garotos brincando de tacobol realizam sucessivas rebatidas em uma bolinha, quais dessas rebatidas terão o mesmo alcance horizontal?*
- a) 15° e 45° b) 30° e 75° c) 45° e 75° d) 15° e 75° e) N.D.R.A
- 5) *Um míssil é lançado rumo ao oceano pacífico, após o lançamento qual é a direção da aceleração que age no míssil? Desconsiderando qualquer aceleração motora que possa existir no míssil.*
- a) Vertical, devido a gravidade
- b) Horizontal, devido a gravidade
- c) Na mesma direção da velocidade, mas de sentido oposto.
- d) Aceleração é nula.
- e) N.D.R.A

Com a aplicação desta atividade possibilita o professor avaliar como se deu à assimilação do conteúdo pelos discentes até o momento no conteúdo de balística.

8. Referências

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. **Proposta de plano de aula para o ensino de física**. Physicae Organum, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

JÚNIOR, O. de A.. **UM ESTUDO SOBRE O MOVIMENTO DOS PROJÉTEIS BALÍSTICOS E SUA TRAJETÓRIA**. São Paulo - SP: Edgard Blücher Ltda, 2017. 70 p.

TERRA, P; FARINA, C; SOUZA, R. de M. **Lançamentos oblíquos e parábola de segurança: uma proposta de atividade em 3 aulas.** 2016.

Material instrucional associado à dissertação de mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, [S. l.], 2016.

6. Resultados e discussão

Abaixo, descrevemos os resultados da pesquisa empírica realizada por meio de dois instrumentos de coleta de dados; quais sejam: o questionário aberto e a avaliação de problemas com lápis e papel. O questionário aberto é o pré-teste que serviu para que fosse investigado os conhecimentos prévios dos participantes da pesquisa. Como uma medida de aprendizagem, aplicamos um questionário anexado a um roteiro de aprendizagem posteriormente do pré-teste. A avaliação de problemas com lápis e papel por último.

Começaremos a expor os resultados do pré-teste, em seguida discutiremos os resultados da avaliação direcionada por um roteiro de aprendizagem e, por derradeiro, a prova com lápis e papel.

6.1. O pré-teste

Como antecipado, o objetivo do pré-teste foi de investigar conhecimentos iniciais ou prévios acerca do problema balístico, mas, também, do conhecimento sobre a situação-problema — ou contexto — em que a situação física foi inserida. Além disso, como sinalizado por vários teóricos do ensino das ciências, dentre eles Pozo e Crespo (2009), o professor, munido dos conhecimentos prévios, pode direcionar sua ação pedagógica de modo mais apropriado para acessar seus alunos.

Assim, indo na esteira de Pozo e Crespo, elaboramos o questionário com 10 perguntas. As 6 primeiras referindo-se ao contexto, as 4 últimas à física do problema, a balística. A exposição das respostas dos alunos será feita pergunta a pergunta. Ademais, esclarecemos que invariavelmente foi necessário fazer a correção da língua portuguesa nas respostas dos alunos. Em tempo algum modificamos a sequência em que as frases foram construídas e nem mudamos as palavras empregadas. E para facilitar a interpretação das respostas e a condução do leitor a nossa linha de raciocínio, completamos as frases com termos entre chaves quando foi do nosso entendimento fazê-lo (SAMPIERI, COLLADO, LUCIO, 2013).

Pergunta 1: A dois anos atrás, o conflito entre a Coreia do Norte e os Estados Unidos adquiriram grande repercussão mundial de modo que os noticiários falavam desse assunto de instante em instante. Você sabe do que se trata esse conflito?

Na turma A, 17 alunos responderam que conheciam o assunto, porque assistiram reportagens na TV aberta e ouviam comentaristas (políticos) falando nas rádios. Expressamente disseram que sabiam das ameaças da Coreia do Norte contra dos EUA, mas não iam mais além do que isso. Outros 2 alunos disseram ter conhecimento do

problema, mas nunca haviam se preocupado com isso, logo, não sabiam do que se tratava especificamente. Os 6 alunos restantes não sabiam nada sobre o ocorrido, mesmo diante de toda repercussão midiática.

À guisa do exposto, podemos entender que a turma A tem conhecimento aproximado da situação-problema. Isto significa que, tal conhecimento não corresponde a turma, inteiramente e, que tampouco, os alunos estão a par dos pormenores acerca do conflito.

Na turma B, os 25 alunos matriculados e frequentando as aulas assiduamente⁵, disseram ter conhecimento do conflito internacional. Ressaltamos que três alunas, mostraram ter um conhecimento mais aprofundado que os demais colegas da turma e, conseqüentemente, da turma A.

O modo pelo qual os alunos da turma B tiveram notícias do assunto, foi através dos telejornais e pelas redes sociais. Este último veículo de comunicação em massa não foi mencionado pela turma A. Uma característica dissonante das demais respostas aconteceu quando determinado aluno sinalizou ter absorvido/aceito a intenção da mídia de que a Coreia do Norte representava o mal nesse conflito. Segundo ele: “(...) a Coreia [do Norte] faz parte do eixo-do-mal dito pelo [George W.] Bush. Eles [a Coreia do Norte] querem destruir o mundo com as armas nucleares para implantar a nova ordem mundial”.

Retomando as alunas que apresentaram um pouco mais de conhecimento, vem que uma delas disse: “(...) esse conflito é histórico, disse meu pai. A Coreia vem se militarizando e modernizando seu arsenal militar para atacar a América [EUA]. É um conflito político, sem dúvida.” As outras duas enfatizaram que o conflito é político. Vejamos: “(...) se a Coreia já tem o míssil capaz de acertar os Estados Unidos [da América] então ninguém está seguro. Isso pode sim desencadear uma nova guerra mundial”. E por fim, esta aluna conclui: “que a questão balística, com o míssil, é uma especificidade do problema; algo distinto do que fôra dito pelos seus colegas intra e extra turma”.

A terceira aluna expressou e acrescentou o seguinte: “Essa crise é mundial e séria (...) dado que a Coreia não é forte na economia e é tipo ... isolada do mundo, mesmo dos países que ficam lá perto, alguém tá financiando a fabricação de armas poderosas que nem o foguete para acertar os EUA. Por isso eu acredito que pode ter uma guerra mundial, a terceira, né [?]”.

⁵ Cabe aqui a nota de que na turma A havia muita variabilidade na presença dos alunos. A turma B decididamente foi muitíssimo mais assídua; fato que reverberou nas notas finais, como mostraremos mais à frente neste capítulo.

Vemos que, a seu modo, esta última aluna indicou que a Coreia tem conexões com países fortes economicamente na medida que, com recursos próprios seria difícil o desenvolvimento militar que vem ostentando e assustando o acidente.

No mais, as respostas dos demais alunos da turma B se reduziram à mesma afirmação de que eles, os alunos, eram cômicos da existência do problema. Nesse caso podemos dizer que a turma B tem o conhecimento adequado do contexto que movimentou a situação didática, e não somente o conhecimento aproximado como detectamos na turma A.

Não temos a intenção de acrescentar nada particular a estas categorias interpretativas: “conhecimento aproximado” e “conhecimento adequado”, nenhuma delas emergiram de métodos dialéticos ou hermenêuticos (SAMPIONI, COLLADO, LUCIO, 2013). Apenas, decidimos chamá-las assim, por falta de um nome melhor em mãos.

Pergunta 2: De acordo com o seu entendimento, esse conflito acima mencionado é de natureza política, econômica, militar e tecnológica?

Ao observar as respostas a esta pergunta, foi quase uma unanimidade denotá-lo como um problema de ordem política. Cito somente 5 respostas ao todo que adicionaram a política a característica econômica para o problema. Mas, ambas as turmas não se detiveram em respostas mais longas apresentando indícios de maior conhecimento sobre a crise diplomática entre Coreia e EUA.

Um dos alunos respondeu o seguinte: “É um problema político internacional, então mexe na economia do país e devido a globalização mexe com o mundo todo. (...) por isso que o mundo todo tá preocupado com isso”. Além deste tipo de resposta, não temos nada a acrescentar nessa discussão.

Em suma, podemos concluir que as turmas A e B mostraram conhecimento aproximado em relação a esta pergunta porque não conseguiram descrever as diferentes faces do problema e, sobretudo, relacioná-las entre si como vemos na resposta acima, parcialmente. A ausência deste tipo de postura foi flagrante nas respostas.

Pergunta 3: ICBM é a sigla em Inglês para “míssil balístico intercontinental”. Você sabe dizer o que é um míssil intercontinental?

Certo cuidado deve ser levado em conta diante da análise das respostas a esta pergunta, afinal, “míssil intercontinental” já responde a pergunta pelo entendimento direto do próprio nome. No entanto, como pudemos intuir, os 23 alunos da turma A e 19 alunos da turma B, não concebiam o que é um ICBM, de fato. Para ilustrar melhor o que

queremos dizer, vamos acompanhar na sequência as respostas de 2 alunos da turma A e de 2 alunos da B.

Em A, vem que: “Olha o nome já tá dizendo tudo. O míssil balístico intercontinental, é um míssil que atravessa o um continente todinho”. Em outra situação, temos: “ (...) o nome intercontinental significa que quando você joga o míssil ele passa de um continente para o outro como é o caso aqui, o Japão [Coreia, na verdade] joga o míssil ele vai cair lá na Europa em algum país ou no oceano”. Ao total, tivemos 23 respostas muito semelhantes a esta duas descritas. Somente 2 alunos da turma A não souberam responder a pergunta 3.

Na turma B, 19 respostas foram na mesma direção das 23 respostas da turma A cujo modelo já apresentamos no parágrafo anterior. Vale a pena verificar o tipo de resposta dada pelos 6 alunos restantes da turma B. Apresentaremos 3 delas. Vejamos, então.

Determinado aluno mostrou indícios de conhecimento sobre a questão tecnológica envolvida na fabricação de um ICBM. Vejamos sua resposta: “Um ICBM requer muita tecnologia pois é uma arma muito pesada e precisa de muito combustível, pelo que eu sei”. Outro disse: “Mesmo que a Coreia [do Norte] tenha um ICBM, isso não quer dizer que já tenham desenvolvido a ogiva para ser acoplada no foguete. É pra isso que servem os ICBMs para levar bombas nucleares (...)”.

Outros alunos colocaram sob suspeita a capacidade da Coreia do Norte em desenvolver um ICBM. Portanto, vem que: “Não creio que a Coreia do Norte já tenha um ICBM funcional, pois requer muita tecnologia e combustível para fazer um foguete viajar longas distâncias e ser lançado com grande velocidade, além do quê, certamente ainda não tem como colocar uma ogiva nuclear nesse foguete, que também requer muita tecnologia. Vi essas informações na revista Galileu⁶ (...)”.

Dessarte o exposto e analisado, devemos concluir que as turmas não tinham um conhecimento minimamente razoável sobre os ICBMs, portanto classificamos estas respostas como inconsistentes. Esta categoria “inconsistente” se refere a respostas incipientes mesmo para os moldes do conhecimento cotidiano e, portanto, exibem a quase ausência de conhecimento sobre o assunto em pauta (POZO; CRESPO, 2009).

⁶ Galileu é uma revista de divulgação científica mensal voltada ao público de todas as idades e editada pela editora Abril.

Pergunta 4: Em tom de ameaça aos EUA, o Presidente coreano, Kim Jong-un, afirmou à época, que a Coreia tem um míssil balístico capaz de atingir a costa da América do Norte, inflando ainda mais a possibilidade de uma guerra nuclear. Você acha que isso é possível? Explique sua resposta.

Nesta resposta ambas as turmas mostraram-se divididas. Na turma A, 16 alunos falaram que seria possível uma guerra nuclear, os demais disseram não acreditar porque duvidam que a Coreia do Norte já tenha um ICBM, de fato. Na turma B, o mesmo. Do total de 25 alunos, 12 disseram crer na possibilidade da guerra nuclear, 10 disseram que não, e 2 não souberam explicar. Foi possível classificar as respostas que apostam numa guerra nuclear em 2 tipos. Vejamos um exemplo de cada.

Certo aluno respondeu o seguinte: “A Coreia volta e meia apresenta no YouTube o lançamento de mísseis para todo mundo ver, então é claro que eles já tem esse míssil. Então nada impede de atacar os Estados Unidos [da América], se eles [Coreia do Norte] atacar os americanos vão revidar e aí lá vai dá guerra”. Outro respondeu assim: “(...) todos estão olhando só para a Ásia, mas os EUA já fizeram guerra sem motivo com o Iraque, acho que podem muito bem fazer o mesmo com a Coreia. Os EUA têm armas nucleares e atômicas, eles [os americanos] podem atacar a qualquer momento”.

As respostas relativas à não crença na guerra nuclear se dividiram em dois tipos. O primeiro tipo não aposta que a Coreia do Norte tenha poder militar suficiente para enfrentar os EUA. O segundo tipo disse que acha impossível uma guerra nuclear porque destruiria o mundo. Em linhas gerais são essas as respostas, logo não faremos citação direta delas, à exceção da seguinte resposta que julgamos ser pertinente, pois encontramos uma explicação muito sóbria e sucinta acerca dessa possibilidade.

Observemos a seguinte resposta: “Não parece possível uma guerra nuclear porque isso acabaria com o todo o planeta”. Até aqui não esta resposta não se distancia das repostas dos seus colegas que também não acreditam numa guerra nuclear nos tempos atuais, no entanto, este aluno prossegue e concluiu: “todos os países têm seus aliados, a Coreia não está só, ela tem a Rússia, a China, a Síria junto deles, assim se os americanos atacarem, os aliados da Coreia vão revidar, se todos jogarem armas nucleares uns nos outros ou nos aliados de cada um, o mundo realmente vai acabar”.

Concluimos que as respostas, seja de um lado ou do outro, apresentaram conhecimento adequado sobre o tema inerente à pergunta em pauta. Com efeito, podemos diante do exposto, dizer que apesar das dificuldades apresentadas pelos alunos, que o quantitativo total dos alunos às vezes não tenha mostrado o conhecimento muito além do

conhecimento cotidiano, acreditamos que o conhecimento mostrado foi suficiente para usar este conflito como situação-problema.

Avançando no pré-teste, saímos das perguntas relativas à situação-problema e vamos em direção às questões mais físicas, as perguntas de 5 a 10.

Pergunta 5: Pense na Coreia do Norte lançando um míssil contra os EUA. Agora imagine um atleta olímpico como Darlan Romani, — o senhor incrível brasileiro —, que ficou em quarto lugar na modalidade de arremesso de peso na Olimpíada de Tokyo. Agora, continue exercitando a imaginação e pense num jogador de futebol fazendo um chute de longa distância, um lançamento. Diga se há alguma relação entre essas três situações? Explique sua resposta.

Antes de apresentar as respostas dos alunos, ressaltamos que a pergunta tem o objetivo de inferir a capacidade deles de emparelhar situações semelhantes ou problemas estruturalmente iguais, diferenciados somente pelo contexto, como é o caso aqui. Segundo Sternberg e Sternberg (2016), problemas estruturalmente semelhantes ou isomorfos são aqueles que a parte a situação específica são essencialmente o mesmo, logo, é possível o compartilhamento de soluções.

Pelas respostas, foi fácil ver que, ao menos a metade dos alunos das turmas A e B não perceberam que todos os problemas apresentados na pergunta são essencialmente o mesmo, são da mesma natureza, a parte o contexto inerente a cada um.

Um aluno da turma A e um da turma B chegaram a explicar a situação como segue: “(...) é claro que são problemas diferentes, pois, o que a guerra tem haver com futebol? Nada”. Como pudemos observar, os alunos entenderam que todos os exemplos citados na pergunta são lançamentos.

Em outra situação, na turma A, o aluno explicou assim: “Apesar de serem lançamentos devemos perceber que são bem diferentes uns dos outros”. Este aluno se deu conta do que todos os exemplos tinham em comum, no entanto, não deu explicação alguma acerca da estrutura do problema, de fato, os alunos não conseguiram perceber a semelhança estrutural do problema e se deixaram levar pelo contexto.

As respostas relativas à metade restante dos alunos diziam, em suma, apenas que os problemas eram tipos de lançamentos diferentes, mas não informaram detalhe algum acerca de semelhanças/diferenças significativas entre eles. É como se a palavra lançamento fosse auto suficiente, auto explicativa.

Não de outro modo, colocamos as respostas na categoria de conhecimento inadequado. Porque, ou os alunos não indicaram semelhanças ou diferenças entre os

lançamentos indicados, ou não se deram conta de que todos os movimentos eram do tipo lançamento balístico.

Pergunta 6: Diga quais são os fatores ou variáveis físicas que podem influenciar o movimento de um míssil balístico?

Decididamente as respostas a esta pergunta se encontram na categoria de conhecimento inadequado.

O vento foi a variável que mais apareceu nas respostas, em 18 alunos da turma A, e em 13 alunos da turma B. O restante não soube responder. Algumas respostas traziam a velocidade como variável, mas sem esclarecer velocidade de quem, se do projétil lançado ou velocidade do vento. No entanto, tivemos uma resposta interessante. A aluna S, a mesma citada na pergunta 1, disse: “O vento é importante, (...) se tiver a favor ele faz o míssil ir mais rápido, se for contra faz o míssil cair antes, não atingindo seu alvo”.

Em outra situação, um certo aluno respondeu que “o peso é importante, porque quanto mais leve for o míssil mais longe ele pode ir”. Claramente o aluno confunde peso com massa, a esta altura do curso isso ainda se justifica porque este aluno não havia estudado dinâmica. Respostas assim são típicas do conhecimento cotidiano (POZO; CRESPO, 2009).

Pergunta 7: Os fatores ou variáveis físicas que influem no movimento de um míssil balístico são os mesmos fatores que podem influenciar no arremesso de peso pelo Darlan Romani? Tente explicar sua resposta.

Mais uma vez a explicação a esta pergunta carecia fazer o emparelhamento de problemas, assim como na pergunta 5. Do mesmo modo que lá, o conhecimento dos alunos se mostrou inadequado. Somente 5 alunos explicaram; 4 da turma B e 1 da turma A responderam a pergunta. Vejamos as respostas.

O aluno da turma B explicou assim: “O peso é o fator que influencia o movimento, o mais importante. (...) o peso que o Darlan lança é menor que o míssil (...) assim, o míssil vai mais longe por causa da tecnologia”.

A aluna da turma A, única a rabiscar uma explicação disse: “(...) a velocidade do vento pode influenciar os dois movimentos”. Embora fiquemos tentados em corroborar com a resposta da aluna, devemos discernir conhecimento cotidiano do científico. De fato, a aluna deveria dizer algo do tipo: força de resistência do ar, resistência do meio, viscosidade, entre outras variáveis que podem influenciar o movimento balístico (HALLIDAY, 2018).

Com efeito, os alunos não perceberam o isomorfismo dos problemas e não explicaram adequadamente, ou, simplesmente nem explicaram.

Pergunta 8: Segundo nossa experiência cotidiana, ao lançarmos uma pedra para cima, ela, ao cair, retorna para a mesma posição que foi lançada; em nossa cabeça se não ficarmos atentos. Mas, agora imagine que você é o Hulk, o incrível Hulk, e consegue lançar uma pedra de 7 kg e 12 cm de diâmetro, para cima, a uma altura de 6400 km. Ao cair a pedra retornará a mesma posição em que foi lançada?

Não diferente das outras perguntas, os alunos mostraram conhecimento inadequado para respondê-la. Essa pergunta voltava-se a investigar se os alunos seriam capazes de inferir os efeitos de rotação da Terra. Somente dois alunos responderam adequadamente. Vejamos.

Duas alunas disseram respectivamente que: “[a pedra] não cairá no mesmo lugar porque o planeta gira”; “(...) nós não ficamos parados porque o planeta não está parado e a pedra foi jogada muito alto, ia dá tempo da terra girar e tirar a gente do lugar”.

Ao total de 29 anos somados às turmas, responderam que a pedra não voltaria à mesma posição porque “é impossível um lançamento perfeito”. Outros concluíram assim: “(...) o vento não deixaria a pedra voltar ao mesmo lugar”. Em uma outra explicação vimos o seguinte: “A pedra foi lançada muito alto, então quanto mais alto, maior é a velocidade do vento, daí a pedra é jogada pra longe”. No mais, nenhuma resposta foi interessante a ponto de ser referenciada.

Pergunta 9: Agora, repense na situação anterior, porém, volte sua atenção para a direção horizontal. Imagine que você, o incrível Hulk, quer atingir um alvo que dista 6400 km de você, em linha reta. Lançando a mesma pedra de 7 kg e 12 cm de diâmetro em linha reta, você conseguirá acertar o alvo? Explique sua resposta.

Mais uma vez observamos o desconhecimento em relação à situação. Claramente devemos classificar as respostas como inadequadas.

As típicas respostas diziam que “para o Hulk nada parece ser impossível”. Outras complementavam assim: “O Hulk é um super-herói exatamente porque consegue fazer essas coisas”. Aqui nesta pergunta, como também foi na anterior, estávamos interessados em investigar se os alunos iriam inferir a influência da rotação da terra. Não o fizeram.

Pergunta 10: Imagine você fazendo lançamentos oblíquos de uma mesma pedra de 7 kg e 12 cm de diâmetro, sempre com a mesma velocidade de lançamento. Ou seja: a massa da pedra e a velocidade de lançamento são mantidas constantes. Desprezando

a resistência do ar, o que você precisaria levar em consideração para conseguir arremessar essa pedra o mais longe possível?

Nenhuma resposta sinalizou o ângulo de lançamento. Conforme os manuais de física, o ângulo de tiro ou ângulo de lançamento é o responsável pelo maior alcance (RESNICK, 2018). Assim, temos mais uma vez que categorizar as respostas como conhecimento inadequado.

Em suma, vimos que em relação às perguntas que avaliavam o conhecimento dos alunos em relação ao contexto em que jaz a situação-problema; qual seja: o conflito entre EUA e Coreia do Norte, estiveram a contento, logo, nada nos impede de levar a cabo a sequência didática com ela. Por outro lado, conforme as respostas relativas às questões físicas acerca da balística, os alunos, mais que apresentar o conhecimento cotidiano em suas respostas, o que verificamos foi o desconhecimento total do assunto em pauta.

6.2. Questionário com roteiro de aprendizagem

O questionário e o roteiro de aprendizagem encontram-se no Apêndice II. De modo genérico, o questionário que acompanha o roteiro de aprendizagem apresenta perguntas sobre balística semelhantes às do pré-teste. O foco é direcionar a atenção dos alunos sobre questões pertinentes à situação-problema e a balística. Para tanto, no roteiro constam links de vídeos no YouTube específicos sobre os assuntos em pauta, bem como textos curtos. A ideia era que os alunos tivessem um segundo encontro com os assuntos abordados antes de ter conosco em sala de aula.

No entanto, nesta seção iremos, apenas, descrever os resultados inerentes às questões sobre balística, as perguntas (f), (g) e (h). O intuito é verificar o quanto essas respostas se aproximam da resposta do especialista. Advertimos que as respostas acerca da natureza do conflito entre EUA e Coreia do Norte estavam a contento, mas ainda não se mostraram bem entendidas.

Vamos as respostas, então

Pergunta f: Existe alguma relação entre uma das características do conflito EUA x Coreia no Norte e o lançamento de peso (a modalidade desportiva praticada pelo Darlan Romani o “Senhor Incrível” brasileiro)?

Observemos que a pergunta exige a capacidade dos alunos de intuir o isomorfismo dos problemas (STERNBERG; STERNBERG, 2016), algo não verificado diante das respostas do pré-teste. Além disso, a pergunta não especifica que característica os problemas têm em comum, cabendo ao aluno especificá-la em sua resposta.

Observemos 5 respostas que selecionamos para ilustrar a situação no quadro I, Vejamos.

Quadro 1: Exemplos de respostas à pergunta (f).

Resposta	Descrição
<i>Especialista Halliday (2018)</i>	<i>[Ambos os movimentos são balísticos, apesar de que no lançamento do míssil há de se ter precisão. No entanto, ambos têm o objetivo de alcançar longas distâncias]. O alcance, que é a máxima distância horizontal alcançada pelo artefato lançado após descrever um movimento parabólico durante o tempo de voo.</i>
1	Sim, os problemas têm características em comum. Poderíamos simplificar que o disco [peso] que o Darlan arremessa seria o míssil, ele precisa de força para o lançamento, ele precisa também ter um ótimo impulso, vários fatores influenciam para o lançamento de peso do Darlan
2	O fato do míssil ter que alcançar altas velocidades para chegar mais rápido no seu destino, e também tem que ser preciso e no lançamento de peso é a mesma coisa, precisa lançar o peso com alta velocidade para chegar o mais longe possível e atingir o seu alvo”.
3	O lançamento diagonal de peso e do míssil.
4	Sim, acredito que o lançamento de um míssil e o lançamento de peso utilizem fundamentos da balística.
5	No conflito, entre EUA x Coreia do Norte, ocorre a constante ameaça do uso do míssil balístico intercontinental por um dos dois países contra o outro; o míssil balístico traça uma parábola até o alvo, assim como em um levantamento de peso, onde o atleta lança o peso e ele traça uma parábola até o lugar que o atleta conseguir.

Fonte: O próprio autor.

O que mudou significativamente em relação às respostas do pré-teste, foi a inclusão de variáveis físicas como “força”, “velocidade”, “impulso”, grandeza esta que na ocasião da coleta de dados ainda não havíamos definido-a. Ademais, o isomorfismo finalmente apareceu nas respostas, em (4) vemos isso claramente. A resposta (2) indica que o lançamento deve atingir longa distância, não usa o vocabulário adequado, não indica que a longa distância é o alcance, mas este aluno deu uma resposta adequada.

Na resposta (5) o aluno indicou explicitamente que os movimentos descrevem trajetórias parabólicas. Foi a única resposta que contemplou este fato científico.

Pelas respostas (1) e (3), fica claro que os alunos ainda carecem de esclarecimento acerca das variáveis que governam o lançamento balístico. Porém, ficamos relativamente satisfeitos com as respostas, na medida que o material enviado exigiu dos alunos autonomia e dedicação para enfrentarem as perguntas do questionário. Somente 12 respostas ao todo afastaram-se da opinião do especialista ou os alunos não souberam responder.

Pergunta g: Diga o que pode influenciar (fisicamente) o movimento do peso arremessado pelo “Senhor Incrível” brasileiro?

Quadro 2: Exemplos de respostas da pergunta (g).

Resposta	Descrição
<i>Especialista Halliday (2018)</i>	<i>Vários são os fatores que podem influenciar na balística. Podemos dizer que os principais são: força de resistência do ar, a geometria do objeto lançado, a velocidade e o ângulo de tiro.</i>
1	Absorver a força centrífuga do giro, mirar o peso no ângulo de 45° em relação ao chão e liberar energia armazenada no momento do lançamento.
2	Pode influenciar fisicamente o movimento do peso arremessado: o ar; a densidade do ar (a umidade do ar aumenta a resistência do meio); o vento (a favor ou contra do peso lançado); a temperatura do ar (quando o ar está mais quente, também está mais leve); o formato do peso (que pode ser aerodinâmico ou não) e a massa do peso (um peso que apresenta muita massa, é difícil de ser lançado a grandes distâncias).
3	Velocidade e força.
4	A força de como o atleta da modalidade pode aplicar sobre determinado corpo, no caso, o peso em si.
5	A força usada para lançar o peso e a velocidade usada pelo atleta.

Fonte: O próprio autor.

Aqui tivemos que a “força” foi o fator mais indicado como o principal responsável por influenciar o movimento balístico, ou, o lançamento de peso; 17 respostas na turma A, e 14 na turma B. No quadro II, vemos que nas respostas (3), (4) e (5) consta o termo “força” na descrição.

O aluno que escreveu a resposta (2) descreveu quase todos os fatores capazes de influenciar o lançamento de peso do "Senhor Incrível" conforme a opinião do especialista, faltando somente a velocidade de tiro e o ângulo de tiro.

Um comportamento muito proeminente nas respostas foi a utilização de grandezas e conceitos ainda não estudados em sala de aula. Na resposta (1) aparece o termo “força centrífuga” e “energia”. Isso parece ser comum, algo assim, já houvera sido observado pelos autores Campos, Kalhil e Brito (2017) ao avaliar o papel exercido pelos conhecimentos prévios ante a formação de hipóteses voltadas a explicar a balística.

Devemos ter em conta que até a ocasião de responderem esse questionário, os alunos ainda não haviam feito aula alguma sobre balística. Apenas assistiram vídeos e leram textos sobre o assunto de modo autônomo. Portanto, não se deve presumir que já o tenham internalizado significativamente os conceitos que a balística são inerentes.

Pergunta (h): O que você acha que o referido atleta brasileiro deveria fazer para conseguir lançar o peso o mais longe possível?

Quadro 3: Respostas à pergunta (h).

Resposta	Descrição
<i>Especialista</i>	<i>O alcance é máximo quando lançado com grande velocidade de</i>

<i>Halliday (2018)</i>	<i>lançamento e com ângulo de 45 graus.</i>
1	(...) jogar o peso com a maior força que puder.
2	Ele deveria aprimorar mais suas habilidades, treinar bastante, focar muito nos objetivos dele. Para o Darlan conseguir fazer o lançamento mais longe possível ele precisará de muita força na hora de fazer os movimentos de aceleração do corpo.
3	Aumentar a velocidade do arremesso.
4	A velocidade inicial e o ângulo. Pois quanto maior o ângulo maior é o alcance.
5	Ele deveria lançá-lo o mais alto possível, porém direcionando o peso na diagonal e não na vertical e nem na horizontal (pois se for na vertical ou na horizontal, o peso cairia muito perto de onde foi lançado).

Fonte: O próprio autor.

A maioria das respostas, 42 ao todo, contando as turmas A e B, responderam com algum fator capaz de influenciar o alcance máximo. De fato, conforme resposta do especialista, o alcance é máximo diante uma combinação entre velocidade de tiro e ângulo de tiro igual a 45 graus. Com efeito, somente 3 respostas indicaram ambos os fatores citados, a exemplo da resposta (3) no quadro III. As respostas (2) e (5) são exemplos de respostas elaboradas, mas sem o real conteúdo esperado. Além disso, ainda apostam que a “força” é o fator mais importante para que o “Senhor Incrível” arremesse o peso o mais longe possível.

A respostas (4) indica o ângulo como fator relevante, porém, o faz inadequadamente ao concluir que: “quanto maior o ângulo”, maior o alcance. Não diferente das outras perguntas, não devemos crer que os alunos já internalizaram os conceitos sobre balística de um só mão. No entanto, com essas respostas foi possível perceber uma movimentação em direção ao conhecimento científico se comparadas estas respostas ao do pré-teste.

De todo modo, o objetivo desta atividade era de fazer com que os alunos não chegassem na sala de aula sem fazer ideia de como seria estudar balística. Para este fim, consideramos que a atividade cumpriu o seu papel.

6.3. Prova com lápis e papel

Antes de começar a exposição e a discussão dos resultados dessa avaliação, reiteramos que até aqui foram realizadas duas avaliações. A primeira, o pré-teste, tivera o objetivo de investigar os conhecimentos prévios dos alunos acerca da balística, mas, também, investigou o grau de conhecimento sobre o contexto real empregado para movimentar as aulas de balística; qual seja: a crise diplomática entre EUA e a Coreia do Norte. A utilização de um contexto real ou uma situação-problema veio em observância a BNCC (BRASIL, 2020).

Posteriormente, aplicamos um segundo questionário com mediação não presencial através de um roteiro de aprendizagem. Por meio desta segunda avaliação direcionamos a atenção dos alunos tanto em relação a situação-problema como, também, em relação a balística, somente a parte conceitual. No que tange a modelação deste tipo de movimento, os textos e vídeos eram incipientes. O objetivo era fazer com que os alunos já tivessem uma ideia melhor sobre balística antes da aula presencial. Funcionou.

A prova com lápis e papel que está no Apêndice III foi aplicada somente ao final da sequência didática proposta nesta dissertação. Todas as considerações sobre a situação-problema e o desenvolvimento matemático inerente a balística foi trabalhado calmamente com os alunos.

A avaliação (prova) era composta por 6 perguntas. Cada pergunta valia entre 1 e 2 pontos, somando um total de 10. O foco da avaliação foi de testar até que ponto a sequência didática ajudou na compreensão dos alunos sobre o papel dos parâmetros que descrevem a balística como movimento idealizado, conforme consta nos manuais de física do ensino médio. Então avaliamos o papel da gravidade local no movimento balístico, a influência da massa e gravidade local no tempo de voo, e o quanto o ângulo e a velocidade de tiro influem no alcance.

Informamos que o resultado foi muito bom, na medida que somente 2 alunos na turma B ficaram com nota abaixo da média. A média da escola é 6. Da turma A, 3 alunos não ficaram acima da média. Assim, num total de 50 alunos, tivemos 45 aprovações. A média da turma A foi de 7,5 e da turma B, foi 8,0.

Em seguida mostramos algumas fotografias relativas às soluções das questões da prova.

Fotografia 3: Solução da questão 1 da prova.

DATA: 28/10/2021
 1) $\theta = 30^\circ, v_0 = 20 \text{ m/s (dados)}, A = ?$
 a. $A = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2\theta)}{g} \rightarrow A = \frac{20^2 \cdot \sin(2 \cdot 30^\circ)}{9,8} \rightarrow A = \frac{400 \cdot \sin 60^\circ}{9,8}$
 $A = \frac{400 \cdot 0,87}{9,8} \rightarrow A = \frac{348}{9,8} \rightarrow A \approx 35,5 \text{ m na turma}$
 b. $A = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2\theta)}{g} \rightarrow \frac{20^2 \cdot \sin 60^\circ}{1,6} = A \rightarrow A = \frac{400 \cdot 0,87}{1,6}$
 $A = 348 / 1,6 \rightarrow A = 217,5 \text{ m na turma}$

Fonte: O próprio autor

Na pergunta 1 o aluno era desafiado a calcular o alcance de uma bola de futebol cujo ângulo de tiro e velocidade de tiro são, respectivamente iguais a: 30 graus e 20 m/s.

Porém, este cálculo deveria levar em conta a gravidade local da terra, de Marte e da lua. Para tanto, aluno deveria utilizar o modelo (equação):

$$A = \frac{v_0^2}{g} \operatorname{sen}(2\theta).$$

Como vemos da fotografia 3, o aluno empregou bem a equação e ainda concluiu com sucesso indicando que na Lua o alcance seria maior, mantendo-se fixos os valores da velocidade e do ângulo de tiro.

Na questão (2) supomos um planeta fictício com gravidade local de 30 m/s^2 . Se um corpo com 10 kg de massa for lançado a um ângulo de 45 graus e tiver um alcance de 4 m , qual seria sua velocidade de tiro?

Fotografia 4: Resposta do aluno à questão 2 da prova.

2. $a = \frac{V_0^2 \cdot \operatorname{sen} 2\theta}{g}$
 $4 = \frac{V_0^2 \cdot 1,4}{30}$
 $120 = V_0^2 \cdot 1,4$
 $\sqrt{85,7} = V_0$
 $V_0 = 9,2 \text{ m/s}$

Fonte: O próprio autor

Assim como na questão (1), o aluno deveria empregar a equação previamente citada e isolar a variável velocidade inicial. Como vemos, a aluna fez, e teve sucesso na questão.

Avançando temos a questão (3) que desafia o aluno a calcular o tempo de voo de um objeto lançado conforme a questão (2). Portanto, o aluno deveria usar as informações do exercício anterior. A fotografia 5, mostra uma solução correta do exercício.

Chamamos a atenção de que, no caso ideal, o tempo de voo é igual ao tempo de subida do projétil mais o tempo de descida. No caso ideal, sem resistência do ar e lançamentos a pequenas altitudes, o tempo de subida é igual ao tempo de descida de tal sorte que o tempo de voo calcula-se de acordo com a equação (3.12) como (RESNICK, 2018):

$$T_v = \frac{2v_0 \operatorname{sen}(\theta)}{g}.$$

Fotografia 5: Solução da questão (3) da prova sobre tempo de voo.

$$3. TT = [2v_0 \sin(\theta)] / g$$

$$TT = [(2 \cdot 10,9) \cdot 0,71] / 30$$

$$TT = [21,8 \cdot 0,71] / 30$$

$$TT = 15,478 / 30$$

$$TT = 0,51 s$$

Fonte: O próprio autor

Fotografia 6: Resposta correta da questão (4), onde as turmas tiveram baixo rendimento.

4. Sabendo que $v(t) = x v_x + y v_y$; $\cos 30^\circ \approx 0,8660$

$v_0 = 5 \text{ m/s}$
 Angulo = 30°
 Escreva o vetor velocidade para $t = 5 \text{ s}$.

$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$ $v_{0y} = 5 \cdot \sin 30$
 $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$ $v_{0y} = 5 \cdot 0,50$
 $v_{0y} = 2,5 \text{ m/s}$

$v_{0x} = 5 \cdot \cos 30$
 $v_{0x} = 5 \cdot 0,8660$
 $v_{0x} = 4,33 \text{ m/s}$

$v_x = 4,33 \text{ constante}$ $v(t) = 4,33 + 2,5$
 $v_y = v_{0y} - g t$ $v(t) = 4,33 \hat{x} + 2,5 \hat{y}$
 $v_y = 2,5 - 9,8 \cdot 5$ $v(t) = 4,33 \hat{x} - 46,5 \hat{y}$
 $v(5) = 2,5 - 49$ $v(5) = -46,5$

Fonte: O próprio autor

A questão (4) foi o calcanhar de Aquiles da prova. Somente 12 alunos, – 7 da turma B e 5 da A –, acertaram esse exercício. O que exigimos nesse problema era que o aluno levasse em consideração o aspecto bi-dimensional da balística e se lembrasse da decomposição do vetor velocidade (que consta no capítulo 3). Para resolver o problema informamos a velocidade inicial e o ângulo de tiro, 5 m/s e 30 graus, respectivamente. Na fotografia 6, apresentamos um exemplo de solução correta.

O erro mais comum encontrado nas respostas foi conforme vemos na fotografia 7. Os alunos não escreveram a equação da velocidade vertical corretamente.

Fotografia 7: Ilustra o erro mais comum cometido pelos alunos. A velocidade vertical foi escrita incorretamente.

4. Dados
 $v_0 = 5 \text{ m/s}$ $t = 5 \text{ s}$
 Angulo = 30°
 $v(t) = v_{0x} + v_{0y}$
 $v_{0x} = v_0 \cos(30^\circ)$ $v_{0y} = v_0 \sin 30^\circ$
 $v_{0x} = 5 \cdot 0,8$ $v_{0y} = 5 \cdot 0,5$
 $v_{0x} = 4 \text{ m/s}$ $v_{0y} = 2,5 \text{ m/s}$
 $5(5) = 4\hat{x} + 2,5\hat{y}$

Fonte: O próprio autor

As questões (5) e (6) são subjetivas. Isso porque os alunos em geral, mesmo quando fazem os cálculos corretamente, não explicam adequadamente a sua solução. No exercício (5) solicitamos que o aluno explicasse onde o tempo de voo é maior, na terra ou em Marte. E, por conseguinte, pedimos que explicasse onde o alcance é maior, na lua ou em Júpiter.

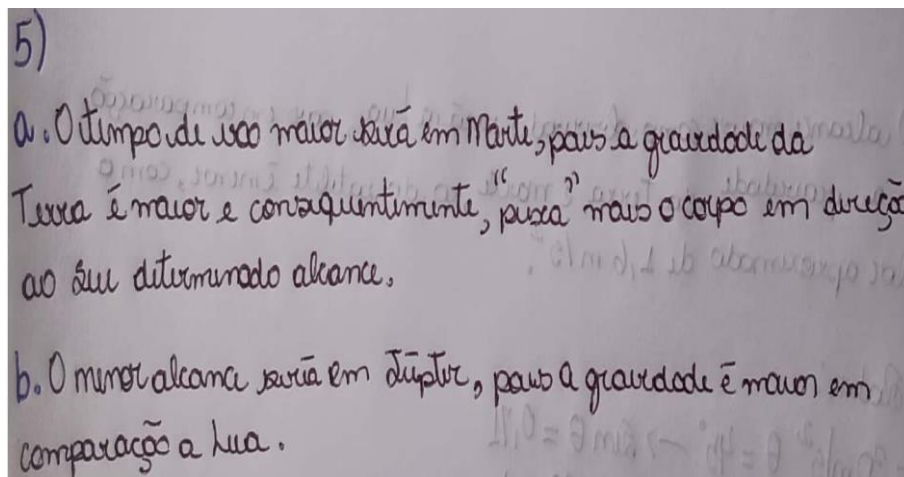
Fotografia 8: Cálculo correto relativo à questão (5) usando cálculos.

5ª) Supondo as...
 a) $t = 2 \cdot 5 \cdot \sin 30^\circ$
 $t = \frac{10 \cdot 0,5}{9,8} = \frac{5}{9,8} \approx 0,51020$
 Terra $t \approx 0,5 \text{ s}$
 Marte $\rightarrow t = \frac{2 \cdot 5 \cdot 0,5}{3,7} = \frac{10 \cdot 0,5}{3,7}$
 $t = \frac{5}{3,7} \approx 1,35 \text{ s}$
 O tempo de voo é maior em Marte.

Fonte: O próprio autor

Na fotografia 8, vemos a resposta correta. O aluno, corretamente, usou os dados dos exercícios anteriores e concluiu que em Marte, devido ao efeito da gravidade local, o tempo de voo deveria ser maior. No entanto, o que esperaríamos é que os estudantes respondessem à questão conforme consta na fotografia 9. A resposta toda por extenso, sem apelo à matemática, somente utilizando o conhecimento conceitual sobre o assunto e levando em conta a proporcionalidade entre as variáveis.

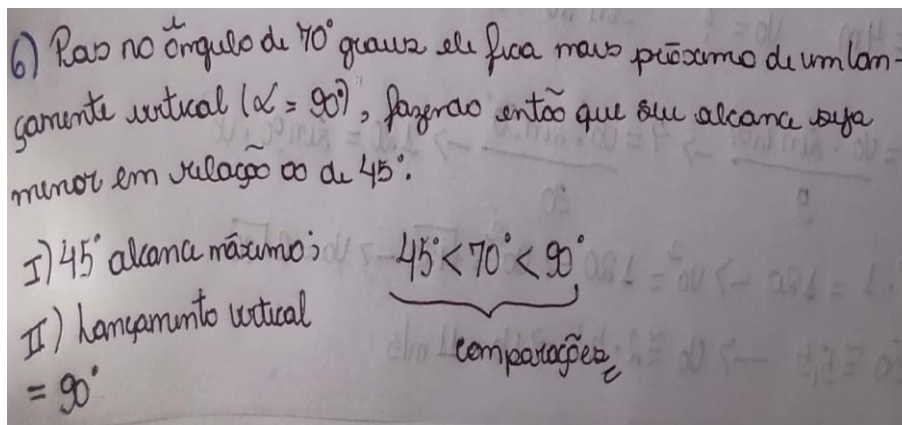
Fotografia 9: Resposta por extenso, sem apelo à matemática, como deveria ser.



Fonte: O próprio autor

Por derradeiro, chegamos à questão (6). Aqui, assim como na questão (5), solicitamos que o aluno respondesse, usando apenas conceitos e seu entendimento da questão, por que o alcance é maior para o ângulo de 45 graus? Pela fotografia 10, vemos a resposta precisa à questão.

Fotografia 10: Resposta à questão (6) da prova.



Fonte: O próprio autor

Assim, finalizamos a análise das respostas dos alunos em relação a prova com lápis e papel. Além disso, encerramos por aqui a análise de resultados da pesquisa empírica voltada à verificação da aprendizagem sobre balística.

7. Considerações finais

Nesta dissertação apresentamos o desenvolvimento e a aplicação de uma sequência didática elaborada para o ensino da balística para alunos da 1º série do ensino médio, orientada pela investigação de uma situação-problema, o conflito histórico entre EUA e Coreia do Norte. O que propomos aqui é um modelo de ensino que disciplina a prática do professor conforme os quatro pilares ou etapas do “pensamento computacional”. Além disso, trabalhamos em consonância com a “Nova Base Nacional Comum Curricular”, a BNCC, porque a BNCC sinaliza, expressamente, o emprego desta tendência em sala de aula para a resolução de “situações-problemas”, embora não o faça para o ensino de física.

A lida com o aluno se baseou no “ensino explícito” que, em poucas palavras, corresponde a aulas bastante dialogadas, porém são aulas sequenciadas e profundamente integradas seguindo três momentos: (a) o planejamento das atividades didáticas, (b) o ensino no chão da sala de aula, e (c) o acompanhamento e a consolidação da aprendizagem. O ensino explícito busca eficácia do ensino. Dessarte o exposto, nos parece natural presumir que a natureza do pensamento computacional dividido em etapas sequenciais e integradas vão ao encontro da natureza do ensino explícito, com ambos acomodando-se entre si.

A balística é o conteúdo curricular inerente à física 1 que foi abordada aqui. Entretanto, não fizemos uma escolha pela balística, foi a ocasião que nos colocou diante dela. Logo, importa ressaltar que a sequência didática não agrega nada de específico em detrimento desse conteúdo curricular, e que, portanto, ela pode ser facilmente adaptada aos demais tópicos da física, se assim convier ao professor.

Com base em nossas observações, consideramos que a aplicação da sequência didática ocorreu de forma satisfatória, pois há indícios de êxito, indícios de aprendizagem em nível não superficial, e um aumento no envolvimento dos alunos para com a aprendizagem.

A investigação da situação-problema apresentada possibilitou o desenvolvimento de competências e habilidades para o aprendizado de física. Entendemos que o trabalho permitiu que os alunos se interessassem pelo conteúdo da balística e que o mesmo está presente em diversas situações do nosso cotidiano, fazendo assim com que boa parte dos conceitos envolvidos fossem melhor entendidos. Além disso, o fato de se disporem a buscar respostas para o problema apresentado permitiu que os alunos experimentassem o trabalho de analisar situações complexas e históricas em um processo de pesquisa, tendo

que reconhecer fontes relevantes para a investigação de um problema e mobilizar-se para buscar informações.

Por fim, de acordo com a análise dos dados, observamos que as turmas tiveram um desempenho satisfatório no que tange ao contexto histórico da situação-problema embutida no pré-teste. No entanto, somente com o questionário direcionado pelo roteiro de aprendizagem é que as turmas tiveram um desempenho melhor referente aos conceitos físicos da balística. Em detrimento do equacionamento do movimento em pauta, verificamos um traquejo satisfatório seja no entendimento das variáveis envolvidas bem como na interpretação das equações.

Em suma, podemos dizer que foi verificado indícios de uma movimentação do senso comum em direção ao conhecimento científico após a aplicação da sequência didática. Esperamos que, na medida em que o pensamento computacional ainda tenha recebido a devida atenção dos teóricos da educação, de professores das ciências em geral, e da física, em particular – como constatado em levantamento bibliográfico – que esta dissertação possa contribuir para a inserção dessa abordagem didática no ensino de física.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Fundamental (SEF). Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, DF: MEC, SEF, 1997.

BRASIL. LDB – Leis e Diretrizes e Bases da Educação Brasileira. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 27 ago. 2020.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular – Educação é a Base. 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 27 ago. 2020.

BLIKSTEIN, Paulo. O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação. [S. l.], 2008. Disponível em: http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol_pensamento_computacional.html. Acesso em: 25 fev. 2021.

BRACKMANN, C. Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica. 2017. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

CAMPOS, J. G; KALHIL, J. B.; BRITO, L. P. Avaliando o papel dos conhecimentos prévios para elaboração de hipóteses em questões abertas no ensino de física. **Revista Prática Docente**. v. 2, n. 2, p. 304-318, jul/dez, 2017.

CHARMAZ, K. A construção da teoria fundamentada: Guia prático para análise qualitativa. Porto Alegre: Artmed, 2009.

COELHO, R. O Uso da Informática no Ensino de Física de Nível Médio. Orientador: Dr. Bernardo Buchweitz. 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

CAVALCANTE, K. A Importância da Matemática do Ensino Fundamental na Física do Ensino Médio. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/a-importancia-matematica-ensino-fundamental-na-fisica-.htm>. Acesso em: 12 jan. 2021.

DIRETRIZES para ensino de Computação na Educação Básica. [S. l.]: Sociedade Brasileira de Computação (SBC), 2019. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/educacao/diretrizes-para-ensino-de-computacao-na-educacao-basica>. Acesso em: 25 fev. 2021.

HALLIDAY, D; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física, volume 1: mecânica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. **Proposta de plano de aula para o ensino de física**. *Physicae Organum*, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

GASPAR, A. Atividades Experimentais no Ensino de Física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

JÚNIOR, O. A. **UM ESTUDO SOBRE O MOVIMENTO DOS PROJÉTEIS BALÍSTICOS E SUA TRAJETÓRIA**. São Paulo - SP: Edgard Blücher Ltda, 2017. 70 p.

MEYER, Maximiliano. **Como funciona um míssil balístico intercontinental**. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/post/18974-como-funciona-um-missil-balistico-intercontinental-e-as-chances-da-coreia-do-norte-ter-um>. Acesso em: 6 out. 2022.

Marques, G. d. (s.d.). dinâmica do Movimentos dos Corpos. Acesso em 06 de Fevereiro de 2021, disponível em dinâmica do movimentos dos corpos lançamento de projéteis: https://midia.atp.usp.br/plc/plc0002/impresos/plc0002_10.pdf

NUNES, S. da C.; SANTOS, R. P. dos. O Construcionismo de Papert na criação de um objeto de aprendizagem e sua avaliação segundo a taxionomia Bloom. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências, 9, 2013, Águas de Lindóia, SP. Anais Belo Horizonte, MG: ABRAPEC – Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física básica 1**. 5. ed. São Paulo - SP: Blucher, 2013.

OLIVEIRA, M. L. S., SOUZA, A. A., BARBOSA, A. F., & BARREIROS, E. F. S. (2014). Ensino de lógica de programação no ensino fundamental utilizando o scratch: um relato de experiência. In Proceedings of XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC'14) (pp. 1525–1534).

OLIVEIRA, L. H. de. Exemplo de cálculo de Ranking Médio para Likert. Notas de Aula. Metodologia Científica e Técnicas de Pesquisa em Administração. Mestrado em Adm. e Desenvolvimento Organizacional. PPGA CNEC/FACECA: Varginha, 2005.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 296 p.

PAPERT, S. M/NDSTORMS Children, Computers, and Powerful Ideas. New York: [s. n.], 1980. ISBN 0-465-04627-4.

RAMOS, Fellipe; TEIXEIRA, Lilian da Silva. Significação da aprendizagem através do Pensamento Computacional no ensino médio: uma experiência com Scratch. In: Anais do Workshop de Informática na Escola. 2015. p. 217.

RODRIGUES, R. da S. *et al.* Análise dos efeitos do Pensamento Computacional nas habilidades de estudantes no ensino básico: um estudo sob a perspectiva da programação de computadores. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2015. p. 121.

STERNBERG, R. J.; STERNBERG K. **Psicologia cognitiva**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016. 600 p.

- SAMPIERI, R. H. et al. Metodologia de Pesquisa. 5ª ed. Porto Alegre: Penso, 2013.
- SERRANO, A.; ENGEL, V. Uso de Simuladores no Ensino de Física: Um estudo da produção Gestual de Estudantes Universitários. CINTED-UFRGS, [s. l.], 2012.
- SOUSA, R. P., *et al.*, orgs. Teorias e práticas em tecnologias educacionais. Campina Grande: EDUEPB, 2016, 228p. ISBN 978-85-7879-326-5. Disponível em: <http://books.scielo.org>. Acesso em: 25 fev. 2021.
- SANTOS, G. Educação e tecnologia no interior da Amazônia: o pensamento computacional e as tecnologias da informação e comunicação como auxílio em processos de ensino-aprendizagem. Orientador: Dr. José Ricardo e Souza Mafra. 2018. 182 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Santarém-PA, 2018.
- SILVA, Dêivid Rodrigo da; PEIXOTO, Paulo. Análise crítica da segunda lei de Newton na forma $Fres = dp/dt$ com $p = mv$ e m variável. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S. l.], v. 38, p. 1-14, 20 fev. 2016.
- TERRA, P.; FARINA, C.; SOUZA, R. de M. **Lançamentos oblíquos e parábola de segurança: uma proposta de atividade em 3 aulas**. 2016. Material instrucional associado à dissertação de mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, [S. l.], 2016.
- VIGOTSKY, L. A Construção do Pensamento e da Linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2001. ISBN 85-336-1361-X.
- VALENTE, J. A. (org) – O computador na sociedade do conhecimento – Campinas, SP: Unicamp/NIED, 1999; A comunicação e a educação baseada no uso das tecnologias digitais de informação e comunicação. UNIFESO-Humanas e Sociais, v. 1, n. 01, p. 141-166, 2014.
- WING, J. M. Computational Thinking. Communications of the acm, 2006. Disponível em: <http://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2021.
- WING, J. M. Blog, Computational thinking benefits society. 2014. Disponível em: <http://socialissues.cs.toronto.edu/2014/01/computational-thinking/>. Acesso em: 25 mai. 2019.

Apêndice I

Descrição de resultados da pesquisa exploratória

Apresentamos em seguida quais são as principais dificuldades de aprendizagem em Física segundo os 47 alunos participantes da pesquisa exploratória. Estes resultados advêm da análise do questionário Likert. O ranking médio foi calculado de acordo com as orientações de Oliveira (2005) e Sampieri et al. (2013) onde a média ponderada é dada por:

$$(MP) = \Sigma (f_i \cdot V_i),$$

de modo que o ranking médio é:

$$(RM) = MP/(NP),$$

Em que f_i é a frequência observada de cada resposta para cada item, V_i é o valor de cada resposta e NP é o total de participantes. Devemos observar que quanto mais próximo de 5 (cinco) estiver o ranking médio, maior será o nível de concordância dos estudantes acerca de determinada dificuldade de aprendizagem. Por outro lado, se mais próximo de 1 (um), menor será a concordância em relação a ela.

De modo geral a média do ranking médio foi de 3,7. Isso significa que todas as dificuldades de aprendizagem contidas no questionário foram consideradas relevantes para os alunos respondentes. Entretanto, conforme consta na Tabela 1, 46,8% dos alunos, indicaram que a principal dificuldade de aprendizagem é a base matemática incipiente.

Conseqüentemente, essa ausência de uma sólida base matemática é seguida pela não utilização de recursos tecnológicos (TICS), com 38,9%, bem como a ausência de atividades experimentais, com 36,7%. Portanto, ao que parece, uma sólida base matemática em comunhão com alguma metodologia de ensino ancorada na prática de atividades experimentais e na utilização de recursos tecnológicos como filmes, jogos e simuladores, atenderiam às demandas dos alunos.

Tabela 1: Ranking médio relativo as principais dificuldades de aprendizagem enfrentada pelos alunos participantes desta investigação.

Dificuldades de aprendizagem	Ranking médio	Porcentagem
Leitura do livro didático	3,32	10,63
Base matemática	4,36	46,80
Objetivo do ensino de Física (motivação)	3,32	14,89
Atividades experimentais	3,90	36,70
Recursos tecnológicos (TICS)	4,20	38,90
Interpretação de texto/problemas	3,50	17,20
Modelo de ensino tradicional/diretivo	3,30	10,63

Fonte: Autor.

O que chamou nossa atenção ante a análise do questionário Likert foi que o modelo de ensino ficou somente em último lugar no ranking médio tendo score igual a 3,30 (10,6%). O que quer dizer que, de todas as dificuldades de aprendizagem, o modelo de ensino praticado pelo professor é o fator menos importante à aprendizagem. Já dissemos que todas as dificuldades foram consideradas relevantes, todavia, é de praxe indicar o modelo de ensino tradicional, senão como o principal vilão, ao menos um proeminente responsável pela crise no ensino da Física e das outras ciências. Não verificamos essa relevância superestimada aqui.

Sabemos que as Leis da Física e a descrição conceitual de fenômenos são expostas através de textos. Ocorre que a exposição conceitual da Física nos livros didáticos e paradidáticos nem sempre é clara, provocando, portanto, dificuldades à aprendizagem. A interpretação de texto, referindo-se especificamente a dificuldade de aprendizagem conceitual, teve *score* de 3,50 no ranking médio, mostrando-se mais relevante que o modelo de ensino, por exemplo.

Ainda de relação com a dificuldade acima, a leitura de livros didáticos ficou com score igual a 3,32. De fato, segundo os alunos participantes da pesquisa, o livro quando visto como um repositório de teorias e Leis da Física munido de uma linguagem desconectada da realidade imediata, não ajuda muito. Entendemos que ainda é necessário o professor fazer intervenções/transposições para tornar palatável o que consta nos livros didáticos, afinal, em seu modo de ser, a ciência é de difícil apreciação e entendimento para os não iniciados.

Por conseguinte, a Física como atividade cultural deve ser transmitida e ensinada. Logo, não devemos esperar que os achados científicos sejam intuídos ou descobertos como defendem alguns teóricos da educação.

No Brasil, desde a década de 1970, a afetividade vem ganhando muita força através da educação não diretiva, quais sejam: a construtivista e a apriorista. Um dos modos de ver a afetividade é por meio da motivação. Pondo de outro modo: quanto o professor consegue motivar o aluno a ponto mesmo de afetá-lo. Com efeito, parece ser um consenso entre educadores tradicionais e progressistas que sem motivo concreto nada se aprende. É neste íterim que emerge a necessidade de que o professor deixe tão claro quanto possível os objetivos de aprendizagem. Por que motivo estudamos Física? É uma pergunta que deve ser respondida. Contudo, a motivação ocupou o quinto lugar no ranking médio com score de 3,32 (14,89%).

Após a breve descrição dos resultados do questionário Likert, passamos a descrever os achados do questionário de questões abertas relativos às perguntas de 8 a 12. Ressaltamos que o questionário Likert já indicou qual dificuldade de aprendizagem mais incomodava os alunos. No entanto, sabemos as limitações inerentes aos questionários para enquadramento da realidade social em que faz a investigação (SAMPIERI et al., 2013).

Assim, o questionário com questões abertas serve para averiguar em que medida o questionário Likert capturou o juízo dos alunos em relação às dificuldades de aprendizagem supracitadas. Além de aumentar a rigorosidade metodológica e científica desse projeto.

Na pergunta 8 (oito), a primeira pergunta aberta do questionário, questionamos diretamente qual seria a principal dificuldade de aprendizagem dos alunos. Três foram as principais dificuldades, quais sejam: a dificuldade com a matemática, com 69% das respostas; a falta de interesse pela disciplina, com 18% dos casos; dificuldade em decorar as fórmulas/equações/modelos, com apenas 9%. Somente 4% dos alunos não responderam à pergunta.

Como podemos ver, a dificuldade matemática, ou seja, a ausência de uma boa educação matemática no Ensino Fundamental ainda se mantém como a vilã para o aprendizado em Física. Entretanto, cabe notar que o desinteresse pela disciplina – ao nosso ver tem relação com a afetividade/motivação/interesse – que, no questionário Likert ocupou o quinto lugar no ranking médio, agora, no questionário aberto, ocupa a segunda posição.

Em relação às dificuldades matemáticas os alunos apontam que: *os “cálculos são os que mais me dá dificuldade em aprender; porque tem cálculos que são muito complicados”*.

Com a pergunta 9 (nove), que de certa forma é um modo diferente de fazer a pergunta 8 (oito), vemos que as dificuldades matemáticas e o desinteresse se mantiveram em primeiro e segundo lugar, respectivamente. No entanto, emergiu entre as três principais dificuldades a interpretação de texto. Com efeito, o que os alunos estão indicando é que os enunciados das questões ou problemas não lhes são inteligíveis. Eles não o entendem. Além de que as imagens usadas nos problemas e explicações teóricas não os ajudam a desenvolverem uma imagem do fenômeno físico estudado.

Segundo um dos alunos: interpretação de texto, os cálculos e desenhos ilustrativos, juntos, formam uma coisa muito complicada para eu entender. Outro aluno,

por sua vez, diz que: entender os números da física, quero saber por onde começa a explicação e (qual) o sentido dos resultados (sic). Ante a pergunta 9 (nove), apenas um único aluno expressou descontentamento com a metodologia de ensino dizendo ele: falta interação entre alunos e os cálculos. Ao que parece, esse aluno gostaria de participar mais ativamente da dedução matemática dos modelos Físicos.

Compartilhamos da opinião de que para a aquisição de novas aprendizagens, novos conhecimentos, não vem sem esforço e tempo. Essa é uma lição de Vigotski, retirada do livro *A construção do pensamento e da linguagem*, posteriormente citada e reforçada por Gaspar (2014).

Na pergunta 10 (dez): Quantas horas por semana você dedica para estudar Física? tivemos o seguinte resultado. Quarenta por cento (40%) dos alunos dedicam 2 (duas) horas semanais para estudar Física. Nove por cento (9%) acima de duas horas e, 4% não responderam. Mas, para nossa infelicidade, 47% dos alunos só estuda Física na escola e durante a aula do professor.

Ainda em relação a motivação em aprender a Física, quando perguntados diretamente se se sentem motivados para aprendê-la, como na pergunta 11, 70% responderam que não; 28% disseram que sim e 2% não responderam.

De fato, a dificuldade matemática parece ser imperativa, no entanto, pelo que ficou claro nas respostas dos alunos, o desinteresse/falta de motivação também o é.

Aqui retomamos a argumentação prévia sobre o desinteresse em seguir a carreira de Físico ou professor de Física. Segundo os alunos participantes, 28% ainda não sabem que curso superior farão, pois não sabem o que querem ser. No mais, a maioria deseja cursar medicina e direito, seguido de engenharia, enfermagem, estética e fotografia.

Em síntese, vimos que as dificuldades matemáticas e o desinteresse mostraram-se como os principais obstáculos para a aprendizagem em Física. Até que ponto elas se relacionam, se uma dificuldade precede a outra, ou se estamos vendo lados diferentes do mesmo problema é algo que ainda carece de investigação cuidadosa.

Apêndice II

Roteiro de Aprendizagem
Balística paz e amor
Professores: Thomás e Galúcio
Turmas: iqui11 e iqui12

Oi gente, tudo bem com vocês? Espero que sim!

Oh, este é o nosso **roteiro de aprendizagem** sobre o movimento balístico, ou, como se vê no livro texto: “lançamento oblíquo no vácuo”.

Mas, desta vez, vamos estudar Física por uma via um pouquinho diferente como de costume. De fato, é uma recomendação da Nova Base Nacional Comum Curricular, a BNCC, que é o documento que rege como deve ser praticado o Ensino de Física e das demais disciplinas, que o Ensino deve acontecer numa perspectiva investigativa, interdisciplinar, e, envolver o aluno em situações-problemas reais.

Assim, decidi contextualizar a apresentação do tema “movimento balístico” por meio da tensão entre a Coreia do Norte e os EUA, pois tem tudo haver com o assunto e foi algo que repercutiu bastante na grande mídia. Fisicamente, começaremos estudando a balística de mísseis (ICBMs) e, por abstração, chegaremos à balística de projéteis.

Fiquem atentos às informações abaixo, pois é importante segui-las piamente conforme a ordem em que se apresentam.

É isso. Grande abraço!

Aula 01: 12 de maio. de 2021.

Objetivos:

- a. Contextualizar a balística através do conflito EUA x Coreia do Norte (situação-problema).
 - b. Fazer a “decomposição do problema”.
 - c. Fazer o “reconhecimento de padrões” da situação-problema.
-

1ª tarefa: Apresentação da situação-problema: conflito Coreia do Norte x EUA

- a. Assista os seguintes vídeos na ordem em que se encontram:
 - i. Observar as diversas características do mesmo problema: https://youtu.be/wU_e6jTkb4U.
 - ii. Trazendo a discussão para o aspecto científico e tecnológico (O que é um míssil balístico intercontinental?): <https://youtu.be/IvduGOsEjSw>.
 - iii. Dificuldades tecnológicas da Coreia para desenvolver um ICBM (A Coreia tem ou não tem um ICBM?): <https://youtu.be/rzdZkXEIs4s>.
- b. Leia os textos:
 - i. Entenda o que é um míssil balístico intercontinental: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-um-missil/>.

ii. Assuntos políticos: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/coreia-do-norte-dispara-dois-misseis-balisticos-diz-membro-do-governo-americano/>.

2ª tarefa: Leia a reportagem e responda a letra (f) das perguntas abaixo:

<https://observatoriodocinema.uol.com.br/famosos/2021/08/atleta-brasileiro-e-comparado-com-senhor-incriveis-nas-olimpiadas-de-toquio>.

3ª tarefa: Procure responder às seguintes questões. Entregue até a próxima aula, dia 17/05/21

- a) - Qual é a origem do conflito EUA x Coreia do Norte?
- b) - Esse conflito é de ordem política ou econômica?
- c) - Quais os problemas tecnológicos enfrentados para a construção do ICBM?
- d) - A Coreia do Norte já tem um míssil balístico intercontinental capaz de atingir os EUA?
- e) - Quais os perigos de uma guerra nuclear?
- f) - Existe alguma relação entre uma das características do conflito EUA x Coreia do Norte e o lançamento de peso (a modalidade desportiva praticada pelo Darlan Romani o “Senhor Incrível” brasileiro)?
- g) - Diga o que pode influenciar (fisicamente) o movimento do peso arremessado pelo “Senhor Incrível” brasileiro.
- h) - O que você acha que o referido atleta brasileiro deveria fazer para conseguir lançar o peso o mais longe possível?

Apêndice III

AValiação DE FÍSICA SOBRE BALÍSTICA: física I

Professores: Thomás e Galúcio

1. Calcule o alcance de um lançamento relativo ao chute de uma bola de futebol cujo ângulo e a velocidade de tiro são, respectivamente, iguais a 30 graus e 20 m/s.

- (a) (0,5) na Terra,
- (b) (0,5) na Lua,
- (c) (0,5) em Marte,
- (d) (0,5) diga em qual desses lugares o alcance é maior e explique o porquê.

2. (1,0) Admita que há um planeta longínquo em que a gravidade local seja de 30 m/s². Qual será a magnitude da velocidade inicial se um corpo de massa 10 kg for lançado com um ângulo de tiro igual a 45 graus e tiver um alcance de 4 m? (essas informações são fictícias)

3. (2,0) Calcule o tempo de voo da situação acima.

4. (2,0) Sabendo que na balística o vetor velocidade é dado por:

$$v(t) = v_{0x} + v_{0y} ;$$

e que a velocidade de tiro é igual a 5 m/s e o ângulo de tiro é de 30 graus. Escreva o vetor velocidade para o tempo $t = 5$ s.

5. Supondo as mesmas condições, responda e explique:

- a. (0,5) Onde o tempo de voo é maior, na Terra ou em Marte?
- b. (0,5) Onde o alcance é menor na Lua ou em Júpiter?

6. (2,0) Supondo as mesmas condições, por que o alcance é maior para o ângulo de 45 graus do que de 70 graus? Explique.

Tempo de duração da prova: das 9:30 até as 11:00 hs.

BOA SORTE !



Apêndice A

Produto Educacional

MODELANDO O ENSINO DE BALÍSTICA POR MEIO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Uma sequência didática voltada ao ensino de balística e modelada pelo pensamento computacional

Thomás Silva Correa

Orientador:

Prof. Dr. José Galúcio Campos

MANAUS – AM

2022

PRODUTO EDUCACIONAL

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	90
2. METODOLOGIA DAS AULAS PROPOSTAS.....	91
3. ROTEIRO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ORIENTADA POR SITUAÇÃO- PROBLEMA	92
4. A tabela a seguir apresenta uma síntese das aulas.....	93
AULA 01 - Conflito entre EUA e Coreia do Norte.....	94
AULA 02 – A decomposição do problema (situação-problema) e o reconhecimento de padrão.	100
AULA 03 – A abstração, ou, a primeira fase da modelização da balística.	104
AULA 04 – O algoritmo, ou, o segundo momento da modelização da balística.	108
AULA 05 – Simulações no PhET e atividades didáticas	113
5. Considerações finais	119

1. INTRODUÇÃO

Caro professor (a),

O presente produto educacional tem por finalidade nortear profissionais de Educação Básica, em específico do Ensino Médio, na elaboração de sequências didáticas que visem a promoção da aprendizagem de balística, mas sobretudo que apresenta um modelo de ensino que disciplina a prática do professor conforme os quatro pilares ou etapas do “pensamento computacional”. Além disso, trabalhamos em consonância com a “Nova Base Nacional Comum Curricular”, a BNCC, porque este documento expressa o emprego desta tendência em sala de aula para a resolução de “situações-problemas”. Devemos informar que a BNCC não faz referência ao pensamento computacional na “área de ciências da natureza e suas tecnologias” – área em que a física faz parte –, no entanto, acreditamos que esta abordagem tem grande potencial para auxiliar a prática dos professores de física. De fato, o emprego do pensamento computacional no ensino de física ainda é um campo de pesquisas em aberto.

O produto que aqui apresentamos foi elaborado no segundo semestre de 2021/2, durante o Programa Nacional de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, MNPEF, vinculado à Universidade Federal do Amazonas, UFAM, e ao Instituto Federal do Amazonas, IFAM – Polo 04, e aplicado com estudantes da primeira série do Ensino Médio em turmas regulares.

Chamamos a atenção para o fato de que a aplicação deste produto educacional, foi realizado em pleno contexto de pandemia, ou seja, remotamente, mas vale destaca que, este produto pode ser facilmente maleável para ser aplicado em aulas presenciais.

No que tange às atividades didáticas empreendidas, e em observância à recomendação da BNCC enquanto ao uso de situações-problema, escolhemos o recente conflito entre EUA e Coreia do Norte acerca dos mísseis balísticos intercontinentais, os ICBMs.

A particularidade de conteúdo curricular desta sequência didática ou deste produto é balística; assunto inerente à física 1. Entretanto, não fizemos uma escolha pela balística, foi a ocasião que nos colocou diante dela. Logo, importa ressaltar que a sequência didática não agrega nada de específico em detrimento desse conteúdo curricular, e que, portanto, ela pode ser facilmente adaptada aos demais tópicos da física e aos diferentes contextos sociológicos que defrontam o professor.

2. METODOLOGIA DAS AULAS PROPOSTAS

O modo pelo qual sugerimos ao professor trabalhar é por meio de aulas dialogadas e estruturadas. Ou seja: o professor deve, sempre, ser explícito sobre o que vai ensinar. A perspectiva construtivista com “o aluno deve construir seu próprio conhecimento”, não é pragmática, requer mais tempo, além de julgarmos pouco eficiente. Um modelo de ensino que se aproxima do modo que trabalhamos chama-se “ensino explícito” – vide Gauthier, Bissonnette e Richard (2014), por exemplo.

Em poucas palavras trabalhamos aulas bastante dialogadas, sequenciadas e profundamente integradas seguindo três momentos pedagógicos: (a) o planejamento das atividades didáticas, (b) o ensino no chão da sala de aula, e (c) o acompanhamento e a consolidação da aprendizagem. estes momentos se baseiam no ensino explícito e busca eficácia do ensino.

Dessarte o exposto, nos parece natural presumir que a natureza do pensamento computacional dividido em etapas sequenciais e integradas vão ao encontro da natureza do ensino explícito, com ambos acomodando-se entre si.

3. ROTEIRO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ORIENTADA POR SITUAÇÃO-PROBLEMA

AULA 01 - O contexto ou o tema do problema:

- O tema do contexto que tratamos aqui foi o conflito entre EUA e a Coreia do Norte.

AULA 02 - A decomposição do problema (situação-problema) e o reconhecimento de padrão.

- **02.1** - “Decompor” um problema consiste em reduzi-lo em seus componentes que são suas partes menores.
- **02.2** - “Reconhecer padrões” significa emparelhar problemas diferentes e ressaltar que, na verdade, tratam-se dos mesmos problemas, embora se mostrem diferentes porque advém de contextos diferentes, ou, porque pertencem a saberes diferentes. Mas, não o são!

AULA 03 - A abstração, ou, a primeira fase da modelização da balística.

- “Abstrair” é a operação mental de separar partes de um objeto (fenômeno) e deixar de fora outras partes. Exemplo: eu vejo uma maçã e me interessa somente pela sua cor, daí faço um estudo científico sobre a cor da maçã. No entanto, a maçã tem sabor, forma e matéria que são postos de lado.

AULA 04 - O algoritmo, ou, o segundo momento da modelização da balística.

- O “algoritmo” representa um conjunto de regras voltadas a resolver um problema. De certo modo, essa etapa, quando mal interpretada, parece sintetizar todas as demais, parece sintetizar integralmente o Pensamento Computacional. De fato, ela não sintetiza, mas recruta todas as etapas anteriores para colocá-la em ação.
- Trabalhar com a dedução e bom entendimento das equações de movimento.
- Resolver problemas de movimento balístico.

AULA 05 - Etapa final da sequência didática.

- Apresentar simulações virtuais no PhET e aplicar atividades junto aos discentes.

4. A tabela a seguir apresenta uma síntese das aulas

Aula	Tópico	Objetivos	Duração
1º encontro	Conflito entre EUA e Coreia do Norte.	Apresentar o (tema), o conflito entre EUA e Coreia do Norte e esclarecer o que motiva este conflito até os dias atuais.	1 aula de 48 min.
2º encontro	Decompor o problema e reconhecer uma classe de situações semelhantes daquela que iremos estudar	Reconhecer a complexidade do conflito entre EUA e Coreia do Norte e saber que o mesmo envolve vários fatores, mas a parte que iremos destacar é a parte científica referente ao movimento balístico e definir o que é um movimento balístico e suas características.	1 aula de 48 min.
3º encontro	Abstrair o movimento balístico ou simplesmente descontextualizar a balística	Torna factível resolver qualquer problema referente ao movimento balístico, independente do contexto.	1 aula de 48 min.
4º encontro	Resolução de problemas de balística	Apresentar as equações de movimento balístico, relacionando-as com os subunçores dos discentes referentes aos conceitos de MRU e MRUV.	1 aula de 48 min.
5º encontro	Simulações no PhET e resolução de atividades	Verificar a estabilidade dos subunçores dos estudantes	1 aula de 48 min.

Tabela 1: Tópicos, objetivos e duração de cada aula do produto educacional.

Fonte: Elaboração própria (2022).

AULA 01 - Conflito entre EUA e Coreia do Norte

1. Identificação

Nível de ensino – Ensino Médio

Ano/série – Módulo I

Docente responsável – Thomás Silva Correa

Modalidade – Remota

Área de conhecimento – Física

Tema da aula – Movimento balístico

Título – O conflito entre EUA e Coreia do Norte

Duração prevista – 48 min

2. Problema

- Conflito entre EUA e Coreia do Norte

3. Objetivos

● Apresentar o (tema), o conflito entre EUA e Coreia do Norte e esclarecer o que motiva estas duas nações a manterem este conflito até os dias atuais.

4. Conhecimentos introdutórios relevantes

- O discente necessita conhecer o poder de fogo dos EUA e Coreia do Norte

5. Metodologia de ensino

Esta primeira aula pode ser antecipada para os discentes como uma atividade extraclasse, para que os mesmos façam uma pesquisa sobre a situação problema do tema que será abordado nas aulas seguintes, ou o docente pode simplesmente disponibilizar o texto que consta nesse produto educacional a respeito do conflito entre EUA e Coreia do Norte, para que já na primeira aula os discentes tenham alguns conhecimentos prévios do assunto que será tratado, antes mesmo do professor ter abordado o problema em sala de aula.

A primeira aula da sequência didática deve ter como objetivo a introdução do tema, fornecendo também alguns conceitos específicos relacionados ao movimento balístico. Podemos primeiramente analisar algumas situações que mais tarde permitam lançar uma situação problema. Para isso, pode-se utilizar alguns slides com informações do tema e vídeos de curta duração para facilitar a compreensão.

5.1. Sugestão de texto para o professor introduzir o tema junto aos discentes

O conflito entre EUA e Coreia do Norte é histórico e contém vários capítulos sombrios, como ameaças de ataques nucleares. Já foram ensaiadas algumas tentativas de estabelecer a paz entre os países, mas o que prevalece é a política do poder.

Este conflito, segundo Figueiredo (2019), iniciou-se basicamente no século XX no ano de 1950 no início da guerra fria, foi quando a Coreia do Norte marchou em direção ao Sul para tomar território e chegou a tomar a capital *Seul*. Em resposta a isso, as Nações Unidas, sob influência dos Estados Unidos, desaprovaram o ataque e iniciou uma contra ofensiva na península coreana, com a grande maioria das tropas enviadas sendo estadunidense. Estava deflagrado o cenário da *Guerra da Coreia*, que duraria três anos, até 1953.

Estados Unidos da América e Coreia do Norte resolveram ressuscitar suas desavenças políticas no ano de 2017 e colocaram em alerta os militares para possíveis ataques dos dois lados. Kim Jong-Un ameaça de forma verbal os EUA, falando das armas que possui, mas que não citava fazia um bom tempo.

Representantes dos dois países, Donald Trump – ex-presidente dos EUA e Kim Jong-Un – líder supremo da Coreia do Norte – até se encontraram em junho de 2018 e em fevereiro de 2019. O primeiro encontro da história entre um líder norte-coreano e um chefe de Estado dos EUA aconteceu em 2018 em Cingapura, após uma intensa série de testes nucleares e de mísseis por parte do Norte no ano anterior.

Ameaça de lançamentos de mísseis; suspensão de testes balísticos; lançamentos de mísseis de alcance reduzido, partindo de suas bases militares em maio de 2019, são alguns dos fatores que intensificaram o conflito entre EUA e Coreia do Norte. É um confronto cheio de hostilidades entre as duas nações.

No ano de 2021 a Coreia do Norte informou que o primeiro lançamento desde que Joe Biden chegou à Casa Branca, foi um teste de um novo “projétil” tático guiado e equipado com um motor de combustível sólido. Segundo os militares sul-coreanos. Eles informaram que os mísseis, disparados da província de Hamgyong do Sul, alcançaram uma altura de 60 quilômetros e percorreram aproximadamente 450 quilômetros, sem que tenham caído em suas águas territoriais.

Figura 9: Lançamento de míssil balístico



FONTE: Portal de notícias G1

As resoluções do Conselho de Segurança da ONU contra o programa nuclear da Coreia do Norte proíbem os testes de mísseis balísticos, desenhados em princípio para transportar ogivas atômicas. Não impedem, porém, os ensaios com mísseis de cruzeiro, menos potentes e mais lentos.

Mas não é só política e economicamente que os Estados Unidos se envolvem na questão. O país também realiza **exercícios militares conjuntos** com a Coreia do Sul. Conforme trazido por Robert Collins, veterano do Departamento de Defesa dos Estados Unidos, o primeiro dos exercícios aconteceu 16 meses após o final da Guerra da Coreia, e outros se deram desde então.

Como podemos perceber, a relação entre EUA e Coreia do Norte é extremamente complexa, envolvendo diversas tentativas de negociação e uma série de atores interessados. Ao olhar para isso, é importante entender a posição e os interesses dos EUA e os da Coreia para que as estratégias adotadas pelos países façam sentido.

Enfim, hoje ainda no século XXI a Coreia do Norte sofre sanções econômicas por continuar desenvolvendo e aumentando seu arsenal nuclear e tentando cada vez mais se preparar em caso de conflitos que possam ocorrer novamente.

Percebemos que os conflitos de força hoje entre as duas nações não se resumem mais como antigamente onde ter um maior número de soldados significaria ter um maior poder de fogo, hoje temos ao nosso alcance a tecnologia que foi se aperfeiçoando ao longo dos séculos onde permitiu-se desenvolver vários itens desde à área da saúde que

beneficiam a sociedade como um todo até mísseis capazes de atingir altas velocidades e transportar perigosas ogivas que tem um alto poder de destruição e com alta precisão de acerto em seus alvos.

6. Recursos necessários

Quadro 4: materiais a ser utilizados, em aulas remotas ou presenciais

Forma presencial	Forma remota
Projeter	Internet
Notebook	Notebook
Texto impresso	Texto em PDF
Atividade impressa	Atividade em PDF
Caneta	Classroom
Internet ou já possuir os vídeos no notebook	Vídeos

Fonte: o próprio autor

6.1. Sugestões de vídeos para serem apresentados aos discentes pelo professor

Além do texto acima, pode-se passar também mais dois documentários do Youtube que resume um pouco do conflito entre EUA e Coreia do Norte, para ficar mais claro para os discentes o motivo pelo qual a Coreia investe boa parte do seu PIB para produzir mísseis balísticos que podem transportar ogivas nucleares cada vez mais potentes. Segue os links dos vídeos no Youtube:

1. (10 minutos e 14 segundos) <https://www.youtube.com/watch?v=sCJAyjsCknA>.
2. (10 minutos e 55 segundos) <https://www.youtube.com/watch?v=PGTIDERvZ4I>

7. Propostas de avaliação

Após a explanação do tema em aula, o professor pode aplicar um questionário diagnóstico junto aos discentes para observar se os mesmos conseguiram entender sobre o conflito entre EUA e Coreia do Norte, e terem percebido que este cenário hostil entre as duas nações é complexo e envolve interesses diversos tanto de uma nação quanto de outra, interesses políticos, econômicos e tecnológico-científico.

7.1. A atividade de diagnóstico sugerido ao professor é a seguinte

1) – Em que ano iniciou o conflito entre EUA e Coreia do Norte. Porque?

- a) Em 1953, porque a Coreia do Norte invadiu a Coreia do Sul.
- b) Em 1950, porque a Coreia do Norte invadiu a Coreia do Sul.
- c) Em 1945, porque os EUA tentaram invadir o território da Coreia do Norte.

- d) Em 1964, porque os EUA invadiram a Coreia do Sul.
- e) Nenhuma das respostas.

2) – Em que ano cessou a guerra da Coreia?

- a) 1945
- b) 1950
- c) 1953
- d) 1964
- e) Nenhuma das respostas

3) – Porque a Coreia do Norte sofre sanções econômicas até nos dias atuais?

- a) Porque ela não se dá bem com os EUA
- b) Porque ela realiza testes com mísseis balísticos para transportar ogivas nucleares até os dias atuais
- c) Porque a Coreia do Norte vive em um regime ditatorial
- d) Porque a Coreia do Norte e a Coreia do Sul nunca assinaram um tratado de paz após a guerra da Coreia
- e) Nenhuma das respostas

4) – Qual o regime que é adotado na Coreia do Norte?

- a) Democracia
- b) Ditadura
- c) Socialista
- d) Comunismo
- e) nenhuma das respostas

5) – Qual foi a principal aliada da Coreia do Sul na Guerra contra a Coreia do Norte?

- a) EUA
- b) Japão
- c) China
- d) Brasil
- e) Nenhuma das respostas

6) – Qual o acordo feito entre as duas Coreias Norte e Sul em 1953?

- a) Tratado de Paz

- b) Tratado Trianon
- c) Tratado de Versalhes
- d) Acordo de Armistício
- e) Nenhuma das respostas

Observação:

O questionário sobre o conflito entre EUA e Coreia do Norte será feito com papel e caneta, com o questionário poderemos verificar se os discentes assimilaram os principais motivos do conflito entre essas duas nações que já duram várias décadas.

8. REFERÊNCIAS

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. **Proposta de plano de aula para o ensino de física.** Physicae Organum, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

FIGUEIREDO, D. **Estados Unidos e Coreia do Norte: entenda a relação!.** Politize!: Danniell Figueiredo, 2019. Disponível em: <https://www.politize.com.br/estados-unidos-e-coreia-do-norte/>. Acesso em: 20 ago. 2021.

COREIA do Norte lança dois mísseis balísticos da sua costa leste. EL PAÍS, 2021. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/internacional/2021-03-25/coreia-do-norte-lanca-dois-misseis-balisticos-da-sua-costa-leste.html>. Acesso em: 20 ago. 2021.

MACEDO, M. **Conflito entre EUA e Coréia do Norte.** EDUCA+BRASIL, 2019. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/geografia/conflito-entre-eua-e-coreia-do-norte>. Acesso em: 20 ago. 2021.

AULA 02 – A decomposição do problema (situação-problema) e o reconhecimento de padrão

1. Identificação

Nível de ensino – Ensino Médio

Ano/série – Módulo I

Docente responsável – Thomás Silva Correa

Modalidade – Remota

Área de conhecimento – Física

Tema da aula – Movimento balístico

Título – O conflito entre EUA e Coreia do Norte

Duração prevista – 48 min

2. Situação-problema/contexto

A complexidade do conflito entre EUA e Coreia do Norte e seus fatores.

3. Objetivos

Decompor o problema em todos os seus fatores, político, econômico, tecnológico-científico, e analisar a parte científica para possibilitar o reconhecimento de padrões do movimento balístico.

4. Conhecimento introdutório relevante

Conceitos de MRU, MRUV e trigonometria.

5. Metodologia de ensino

5.1 A decomposição do problema (situação-problema)

“Decompor” um problema consiste em reduzi-lo em seus componentes que são suas partes menores.

Aqui é suficiente ressaltar o que já foi dito lá na contextualização, na apresentação do tema do problema. De fato, a contextualização serve para apresentar as diferentes faces do problema real; quais sejam: a política, a econômica e tecnológica-científica.

Em seguida, o professor deve ressaltar que parte, dentre as demais, ele irá convidar a turma a voltar a sua atenção, que é a parte científica.

É aqui o momento exato em que o professor apresenta a situação-problema que é: quais são os fatores físicos (variáveis) que precisam ser examinados para que um míssil lançado pela Coreia do Norte atinja os EUA?

Deste contexto complexo podemos tirar a balística como o estudo em questão que iremos tratar no estudo da física, temos que os mísseis balístico é um dos grandes carros chefes de poder de fogo dessas nações, onde podem atingir alvos sem nem um desgaste físico apenas com alguns comandos, mas no estudo em questão vale destacar que segundo Júnior (2017, p.11) “(...) A diferença básica entre um projétil balístico e outro não balístico, é que no projétil balístico a força de propulsão cessa assim que é lançado na atmosfera; ao passo que nós não balísticos a força de propulsão continua agindo através de foguetes instalados na cauda até que acabe seu combustível.” após este momento o míssil segue uma trajetória pré-determinada que não pode ser consideravelmente alterada após o míssil queimar todo seu combustível, então, a sua trajetória fica governada apenas pelas leis da balística, onde basicamente é como esses mísseis são manipulados para percorrerem distâncias tão grandes mesmo havendo tantas variáveis dissipativas que se encontra na atmosfera.

Esses mísseis conseguem com muita precisão acertar seus alvos. Para cobrir grandes distâncias, a trajetória dos mísseis balísticos atinge as camadas mais altas da atmosfera ou o espaço, efetuando um voo sub-orbital, para mísseis balísticos intercontinentais (ICBM) o apogeu é de aproximadamente 12 mil quilômetros. Quando chegam ao espaço, os mísseis não recebem mais nenhum “impulso” e seguem uma trajetória balística até ao seu destino.

5.2. O reconhecimento de padrão

“Reconhecer padrões” significa emparelhar problemas diferentes e ressaltar que, na verdade, tratam-se dos mesmos problemas, embora se mostrem diferentes porque advém de contextos diferentes, ou, porque pertencem a saberes diferentes. Mas, não o são! Aqui o professor tem duas metas nessa etapa.

1. A primeira meta é fazer aproximações com problemas diversos. Para tanto, se aproveite do tempo presente, use as Olimpíadas, isso ajudará os alunos a se conectarem com o assunto em pauta. Por exemplo: o lançamento de dardos, o lançamento de peso, o chute chamado de lançamento, no futebol, são casos em que fisicamente encontramos o entrelaçamento das mesmas variáveis. Use vídeos para ativar as ideias da garotada.

Primeira meta. Visto algumas características de lançamentos balísticos, será que conseguimos associar algo com o nosso cotidiano que não seja necessariamente um míssil balístico? Poderíamos dizer que uma bola chutada por um jogador em um cruzamento, haveria aí uma trajetória balística? E quando uma pessoa realiza um tiro de estilingue,

como podemos considerar esse movimento? Nos jogos olímpicos participou o brasileiro que ficou conhecido nas redes sociais como o “senhor incrível” na modalidade de lançamento de peso, na prática deste esporte e de lançamento de dardo, o conhecimento da física da balística ajudaria os atletas a terem um melhor desempenho nas competições?

Se as respostas forem positivas, o professor pode perguntar ao aluno quais noções os atletas precisam ter para se obter melhor desempenho? Mas no caso de respostas negativas, o professor pode perguntar qual o movimento que ocorre quando os objetos são lançados pelos atletas? E porque não ajudaria ter conhecimento do movimento balístico para se obter um melhor desempenho?

2. Como segunda meta, o professor deve fazer um inventário das possíveis variáveis, ou fatores físicos, que influenciam o movimento balístico, por meio de uma aula dialogada. Exemplo: velocidade de lançamento, ângulo de tiro, resistência do ar, aerodinâmica, massa, temperatura, rotação da Terra, entre outras.

5.2.2. Metodologia para segunda meta

Sabendo que existem similaridades de várias situações problemas de movimentos no nosso cotidiano que se equipara a um movimento de um míssil balístico, dos vários tipos de situações possíveis, quais fatores físicos influenciam de forma direta o movimento balístico em situações cotidianas. Movimente as ideias dos alunos com as seguintes perguntas abaixo.

Alterar a velocidade de lançamento resultaria em qual modificação no lançamento balístico? E se a gente modificar o ângulo de lançamento o que acontece e quais variáveis são alteradas conseqüentemente? E se no lançamento balístico o vento estiver a favor do movimento: o que pode acontecer? E se o vento estiver contra o movimento, qual a consequência traria? Lançar um objeto mais pesado que outro irá beneficiar caso o interesse seja ter um maior alcance? Por exemplo, se realizarmos lançamentos com velocidade e ângulo fixo, com dois objetos de massas diferentes, quais deles terão o maior alcance? Em um lançamento balístico a velocidade inicial é igual a velocidade final quando este objeto atinge a mesma altura de lançamento? A trajetória parabólica formada em um lançamento balístico é simétrica em relação ao vértice (ordenada máxima)? Em regiões frias o movimento balístico é mais fácil?

6. Recursos necessários

Quadro 5: materiais a ser utilizados, em aulas remotas ou presenciais

Forma presencial	Forma remota
Projektor	Internet
Notebook	Notebook
Quadro	Texto em PDF
Pincel	Classroom

Fonte: o próprio autor

REFERÊNCIAS

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. **Proposta de plano de aula para o ensino de física.** *Physicae Organum*, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

JÚNIOR, O. de A. **UM ESTUDO SOBRE O MOVIMENTO DOS PROJÉTEIS BALÍSTICOS E SUA TRAJETÓRIA.** São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2017. 70 p.

AULA 03 – A abstração, ou, a primeira fase da modelização da balística

1. Identificação

Nível de ensino – Ensino Médio

Ano/série – Módulo I

Docente responsável – Thomás Silva Correa

Modalidade – Remota

Área de conhecimento – Física

Tema da aula – Movimento balístico

Título – Modelização do movimento balístico

Duração prevista – 48 min

2. Problema

Abstrair as variáveis do problema real, ou seja, modelar qualquer problema real referente ao movimento balístico.

3. Objetivos

Descontextualizar os vários tipos de problemas da balística de forma que se tornem problemas universais.

4. Conhecimento introdutório relevante

MRU, MRUV, trigonometria, grandeza vetorial.

5. Metodologia de ensino

“Abstrair” é a operação mental de separar partes de um objeto (fenômeno) e deixar de fora outras partes. Exemplo: eu vejo uma maçã e me interesso somente pela sua cor, daí faço um estudo científico sobre a cor da maçã. No entanto, a maçã tem sabor, forma e matéria que são postos de lado. Ou por exemplo: se um professor quer organizar as provas que ele corrigiu das maiores notas para as menores, ele irá prestar atenção apenas nas notas e podendo deixar de lado a identificação do aluno, pois o que importa para ele organizar suas provas são apenas as notas e não os nomes dos alunos.

À guisa de esclarecimento, a diferença entre a “decomposição do problema” e a “abstração” é que, na primeira mostramos as partes do problema real; na segunda, lidamos com atributos ou as características do problema real, como se as demais não existissem, portanto idealizamos o problema, tornamo-lo idealizado.

Pela abstração voltamos nossa atenção para as características da balística que se

encontram em todos os movimentos balísticos, não somente no míssil do King Jong-un. Portanto, estudamos situações descontextualizadas e, logo, universais.

Nessa etapa o professor pode pensar numa *única meta*; qual seja: descontextualizar a balística. Agora, em vez de falar do lançamento de míssil pela Coreia do Norte contra os EUA, o professor irá falar do lançamento de um corpo de massa M , com velocidade inicial V com um ângulo qualquer, num meio sem resistência, sem influência da rotação da Terra, etc.

Aqui o professor precisa deixar muito claro essa operação. Sempre sendo expositivo e argumentando com seus alunos. Eles precisam entender esse reducionismo abstrato e, sobretudo, compreender o motivo prático de se proceder assim. Aqui, converse com eles e deixe claro que você está conduzindo-os a um método de trabalho que torna factível resolver qualquer movimento balístico, independente do contexto. Isso é fundamental!

5.1. Descontextualização do conhecimento

No estudo em questão de lançamento balístico a partir de agora, vamos começar a desconsiderar as várias variáveis externas que podem atrapalhar o movimento, desde a resistência do ar e até mesmo a rotação da terra, para fazermos um estudo mais aprofundado de como se dá o comportamento das variáveis deste movimento em toda sua trajetória quando o mesmo se encontra em um modelo ideal, ou seja, vamos considerar em qualquer lançamento balístico um objeto que tenha suas dimensões desprezíveis, assim considerando o mesmo como um ponto material que tenha uma massa M e uma velocidade inicial pré-determinada.

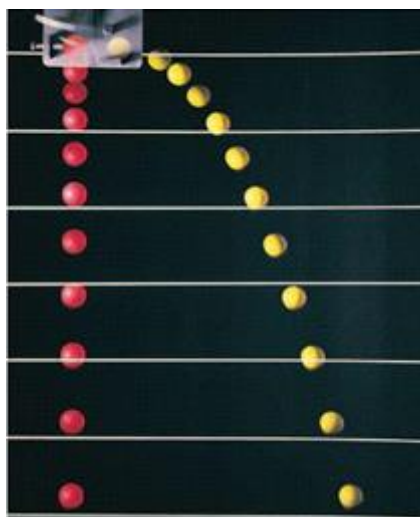
Uma partícula, que é lançada em um plano formando um ângulo com a horizontal diferente de 90 graus, com velocidade inicial e com uma aceleração constante, igual à aceleração da gravidade próxima da terra, dirigida para baixo, é chamada de balística (o que significa que é projetada ou lançada), e o movimento é chamado de movimento balístico.

Este tipo de lançamento é caracterizado por estar efetuando ao mesmo tempo dois tipos de movimentos, um na vertical, com aceleração constante que aponta para o centro da terra, e outro na horizontal que não sofre nem uma interferência que possa atrapalhar seu movimento, pois estaremos desprezando o efeito do ar nessas situações. Pelo princípio da simultaneidade dos movimentos, estes dois fenômenos acontecem ao mesmo tempo e isso é o que liga os dois movimentos.

Essa propriedade permite decompor um problema que envolve um movimento bidimensional em dois problemas unidimensionais independentes e mais fáceis de serem resolvidos, um para o movimento horizontal (com aceleração nula) e outro para o movimento vertical (com aceleração constante para baixo).

Veja a seguir uma fotografia estroboscópica de duas bolas de golfe, uma que simplesmente foi deixada cair e outra que foi lançada horizontalmente por uma mola. As bolas de golfe têm o mesmo movimento vertical; ambas percorrem a mesma distância vertical no mesmo intervalo de tempo. O fato de uma bola estar se movendo horizontalmente enquanto está caindo não afeta o movimento vertical; ou seja, os movimentos horizontal e vertical são independentes. (Halliday, 2018, p.73).

Figura 10: fotografia estroboscópica de duas bolas de golfe.



FONTE: Halliday (2018)

A seguir segue dois links de vídeos no youtube de curta duração para demonstrar de forma detalhada e ilustrativa, experiências que comprovam a independência dos movimentos que ocorre na horizontal e vertical em um lançamento balístico.

1. (2 minutos e 7 segundos) https://www.youtube.com/watch?v=sPVZn_p8FNM
2. (2 minutos e 38 segundos) <https://www.youtube.com/watch?v=cKsQ37kpBsI>

6. Recursos necessários

Quadro 6: materiais a ser utilizados, em aulas remotas ou presenciais

Forma presencial	Forma remota
Projektor	Internet
Notebook	Notebook

Quadro	Texto em PDF
Pincel	Classroom
Internet ou ter os vídeos já baixados prontos para reproduzir no notebook	Vídeos

Fonte: o próprio autor

7. REFERÊNCIAS

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. Proposta de plano de aula para o ensino de física. **Physicae Organum**, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física, volume 1: mecânica**. Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. 10. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2018.

AULA 04 – O algoritmo, ou, o segundo momento da modelização da balística

1. Identificação

Nível de ensino – Ensino Médio

Ano/série – Módulo I

Docente responsável – Tomás Silva Correa

Modalidade – Presencial

Área de conhecimento – Física

Tema da aula – Movimento balístico

Título – Modelização do movimento balístico

Duração prevista – 48 min

2. Problema

Recrutar as demais etapas do pensamento computacional que já trabalhamos e resolver problemas universais.

3. Objetivos

Apresentar as equações de movimento balístico, relacionando-as com os conceitos previamente estudados acerca do MRU e MRUV.

4. Conhecimento introdutório relevante

Conceitos de MRU, MRUV, trigonometria e grandeza vetorial.

5. Metodologia de ensino

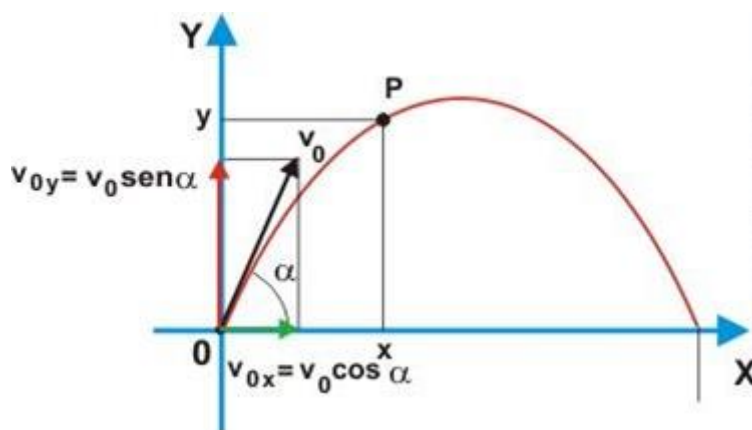
O “algoritmo” representa um conjunto de regras voltadas a resolver um problema. De certo modo, essa etapa, quando mal interpretada, parece sintetizar todas as demais, parece sintetizar integralmente o pensamento computacional. De fato, ela não sintetiza, mas recruta todas as etapas anteriores para colocá-la em ação.

Você tem duas metas agora professor:

A primeira é trabalhar com a dedução e o bom entendimento das equações de movimento.

No estudo de lançamento oblíquo, podemos primeiramente decompor o módulo da velocidade (V) em v_x e v_y separados para depois introduzir nas respectivas equações de movimento retilíneo uniforme (MRU) e movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV).

Figura 11: Decomposição do módulo da velocidade de um lançamento balístico.



Disponível em: <<http://varianciapi.blogspot.com/2011/09/deducao-das-formulas-do-movimento-de.html>> . Acesso em: 24/03/2022

Tendo as componentes da velocidade na horizontal e da vertical podemos aplicá-las em suas respectivas equações de movimento como se o movimento fosse considerado apenas sobre uma trajetória retilínea e não mais parabólica, para termos melhor compreensão do comportamento das suas variáveis nos respectivos eixos.

Então temos apenas um MRU na horizontal sendo que estamos considerando um sistema ideal onde não se tem resistência de nenhuma força dissipativa, até mesmo do ar que respiramos, então trabalhamos com a equação horária da posição que já conhecemos.

$$x = x_0 + v_x t$$

Onde iremos considerar que ($x_0 = 0$) e ($x = A$) que denominamos de alcance, essa parte da balística é bastante utilizada por atletas como por exemplo no arremesso de peso, lançamento de disco e basquetebol, a distância horizontal máxima é atingida para um ângulo de lançamento de 45° , mas lembrando que no mundo real onde as variáveis externas interferem no movimento, o alcance certamente é bem menor do que em uma modelagem ideal.

Já no eixo vertical as equações horárias que irão determinar tanto a posição quanto a velocidade será a de MRUV, pois neste eixo temos a aceleração da gravidade que se encontra praticamente constante e irá atuar no objeto que estiver sendo lançado, lembrando que nesse estudo estamos considerando esse movimento próximo a superfície da terra, caso contrário a aceleração da gravidade poderia ser alterada de acordo com sua altura, e estamos também considerando que as distâncias ou alcance são pequenas, logo, a rotação da terra não é um parâmetro relevante.

Então podemos considerar o movimento na vertical como se ele fizesse apenas uma trajetória retilínea como já estão acostumados a trabalharem com as equações de MRUV, teríamos as seguintes equações.

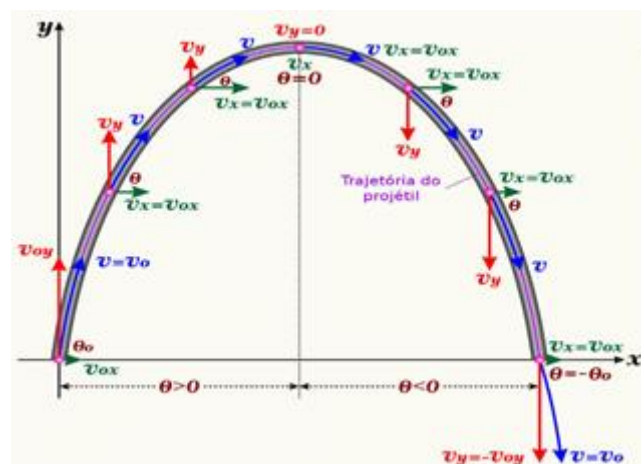
$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$$

Onde ($y_0 = 0$) e ($y = H$), que denominamos de altura, podemos observar que a equação é semelhante a que utilizamos para determinar a posição no MRUV, mas em vez de utilizarmos (a) como sendo a aceleração, substituímos por (g) que é a aceleração da gravidade que está atuando no objeto lançado. Consequentemente podemos determinar a equação horária da velocidade da mesma forma.

$$v_y = v_{0y} - gt$$

A componente vertical da velocidade se comporta exatamente como a de uma bola lançada verticalmente para cima. Inicialmente ela está dirigida para cima e seu módulo diminui continuamente até se anular, o que determina a altura máxima da trajetória. Em seguida a componente vertical da velocidade muda de sentido e seu módulo passa a aumentar com o tempo.

Figura 12:: Trajetória de um lançamento balístico, em $x_0=0$ e $y_0=0$



Disponível em: <<https://www.preparaenem.com/fisica/lancamento-obliquo.htm>>. Acesso em: 24/03/2022.

A segunda meta é trabalhar alguns exercícios de balística utilizando caneta e papel. Segue a sugestão da atividade a ser desenvolvida pelo professor junto aos alunos.

Neste momento trata-se de resolver problemas do próprio livro didático dos

alunos, utilizamos aqui o livro (Física: ciência e tecnologia/Carlos Magno A. Torres) para cumprir essa meta, para favorecer a assimilação das equações de movimento.

1) – Uma bola é lançada do solo com velocidade, formando um ângulo $\theta = 30^\circ$ com a horizontal. Considere $g = 10\text{m/s}^2$ e despreze a resistência do ar. Calcule:

- a) O tempo de subida, isto é, o intervalo de tempo que a bola demora para atingir o vértice da parábola;
- b) O tempo de descida;
- c) A altura máxima;
- d) O alcance horizontal;
- e) A velocidade da bola ao atingir o vértice da parábola.

2) – Um projétil é lançado obliquamente a partir do solo horizontal com velocidade cujo módulo é $V = 25\text{m/s}$, segundo um ângulo θ tal que $\text{sen}\theta = 0,6$ e $\text{cos}\theta = 0,8$. Considere $g = 10\text{m/s}^2$ e despreze a resistência do ar. Determine:

- a) O tempo de subida;
- b) O tempo de descida;
- c) O tempo total de movimento;
- d) A altura máxima;
- e) O alcance horizontal;
- f) A velocidade do projétil no ponto mais alto da trajetória.

3) – Um jogador de futebol cobra uma falta frontal a 32m da trave. Ele imprime à bola uma velocidade V de módulo 20m/s e que forma com a horizontal um ângulo θ tal que $\text{sen}\theta = 0,6$ e $\text{cos}\theta = 0,8$. O travessão superior está a $2,4\text{m}$ do gramado, e a bola passa por cima do travessão. A que altura acima do travessão a bola cruza a linha de fundo? No instante em que passa por cima do travessão, a bola está subindo ou descendo? Considere $g = 10\text{m/s}^2$ e despreze a resistência do ar.

4) – Duas bolinhas são lançadas obliquamente com velocidade inicial do mesmo módulo V . Uma é lançada com ângulo de 60° , e outra, de 30° . Qual delas atinge maior altura? Qual delas tem maior alcance?

6. Recursos necessários

Quadro 7: materiais a ser utilizados, em aulas remotas ou presenciais

Forma presencial	Forma remota
Lista de exercício impressa	Internet
Quadro	Notebook
Pincel	Lista de exercício em PDF
	Classroom

Fonte: o próprio autor

7. REFERÊNCIAS

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. Proposta de plano de aula para o ensino de física. **Physicae Organum**, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, **Fundamentos de física, volume 1: mecânica**. Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

AULA 05 – Simulações no PhET e atividades didáticas

1. Identificação

Nível de ensino – Ensino Médio

Ano/série – Módulo I

Docente responsável – Thomás Silva Correa

Modalidade – Presencial

Área de conhecimento – Física

Tema da aula – Movimento balístico

Título – Simulações virtuais no PhET

Duração prevista – 48 min

2. Problema

Simulações no PhET e resolução de atividades.

3. Objetivos

Verificar a estabilidade dos subsunçores dos estudantes.

4. Conhecimentos introdutórios relevantes

Saber o comportamento das variáveis em um lançamento balístico.

5. Metodologia de ensino

Veja, existe uma importante diferença entre como funciona o programa científico para construir teorias e explicar o mundo, e, como nós ensinamos essas teorias e explicamos o mundo, em sala de aula.

Cientificamente, como no pensamento computacional, saímos de situações reais e, após várias movimentações, chegamos em situações ideais, universais. Mas, na hora de ensinar, fazemos o contrário; saímos de situações idealizadas e as reestruturamos por meio de exemplos concretos.

Até aqui, você professor fez a primeira parte, o caminho da ida até a abstração. Falta fazer a volta; sair da abstração e pousar em situações reais. E essa é a *primeira meta desta etapa*.

Para cumprir essa meta, use o simulador virtual PhET disponível em file:///D:/Desktop/projectile-motion_en.html, e simule várias situações modificando aquelas variáveis que citamos no inventário da primeira aula no “reconhecimento de padrão”.

5.1 – Desenvolvimento da segunda atividade da sequência didática

Se as aulas forem aplicadas de forma presencial, e se a escola onde o professor leciona não dispor de sala de informática com capacidade para todos os alunos, o professor pode apresentar o simulador virtual PhET através de um projetor na sala de mídia se a escola tiver, ou até mesmo na própria sala de aula, para que assim seja possível demonstrar algumas simulações virtuais, para isso é necessário um notebook e um projetor para que os discentes visualizem de forma dinâmica o comportamento das variáveis em toda a trajetória do movimento balístico.

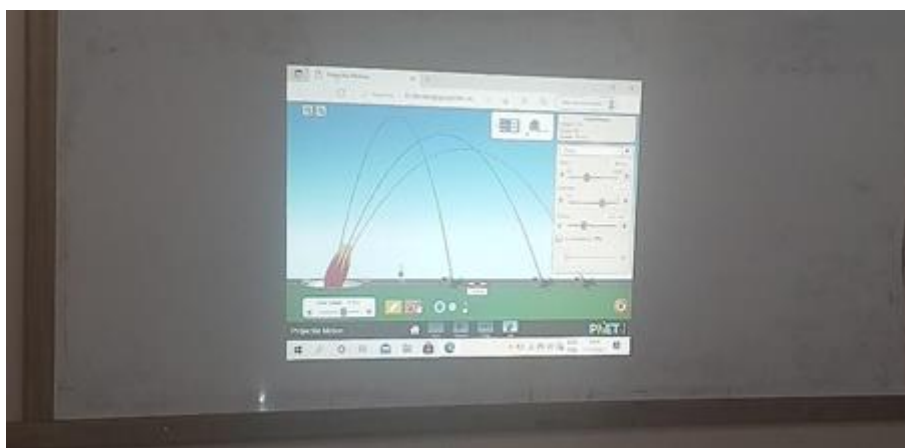
Fotografia 11: Aplicação do projeto PhET



FONTE: o próprio autor

O PhET nos permite demonstrar para os discentes através de simulações virtuais as componentes decompostas dos seus respectivos movimentos MRU e MRUV, assim tendo maior facilidade de explicação e entendimento do movimento bidimensional que este pode ser decomposto em dois movimentos unidimensionais e independentes um do outro.

Fotografia 12: Simulações virtuais



FONTE: o próprio autor

Pôde-se, assim, observar com cuidado apenas um dos aspectos do problema, por decisão individual, por interesses diversos, tomar uma pequena parte do problema, delimitar o número de variáveis que descreve o problema, por interesse em conhecer melhor e mais profundamente o problema inicial. Podemos e iremos trabalhar com as variáveis externas nas simulações virtuais para que assim possamos observar o quanto é alterado o movimento balístico quando o mesmo está sujeito a resistência do ar, quando alteramos as dimensões de um corpo de lançamento, sua massa etc.

Diante de um fenômeno, pode-se analisar somente a parte que interessa. Como por exemplo, se quisermos saber a altura máxima alcançada pelo projétil, se já tivermos a componente da velocidade poderemos trabalhar como se o movimento fosse apenas na vertical, desconsiderando assim a componente horizontal do movimento oblíquo.

Então após a apresentação das simulações virtuais no PhET o professor pode tratar de fazer uma **segunda atividade** da sequência didática utilizando o formato tradicional de papel impresso, com o intuito de acompanhar como está sendo o entendimento do assunto pelos discentes, para que assim seja possível de se observar quais as constatações que os discentes tiveram após fazerem diversas visualizações de disparos realizados no simulador PhET e ainda terem conhecido as equações horárias que regem o movimento balístico.

6. Recursos necessários

Quadro 8: materiais a ser utilizados, em aulas remotas ou presenciais

Forma presencial	Forma remota
Projektor	Internet

Notebook	Notebook
Quadro	Classroom
Pincel	Lista de exercício em PDF
Projeto PhET	Projeto PhET
Lista de exercício impressa	

Fonte: o próprio autor

7. Propostas de Avaliação

7.1 Primeira sugestão de atividade a ser desenvolvida pelo professor: se possível a cada pergunta respondida pelos alunos, o professor deve realizar uma simulação para que os discentes visualizem se suas respostas estão certas ou erradas. Esta atividade é discursiva.

1) – No lançamento balístico se alterarmos somente a massa do objeto ou formato o que ocorre com as demais variáveis se mantermos fixa velocidade inicial e ângulo? Lembrando que estamos desconsiderando a resistência do ar.

2) – Qual deveria ser o ângulo para obter o maior alcance?

3) – Se alterarmos a velocidade inicial de disparo. O que ocorre?

4) – Quantas possibilidades com ângulos diferentes se tem para acertar um mesmo ponto?

5) – Projétil com maior amplitude necessariamente tem maior alcance?

6) – Qual o movimento que ocorre na horizontal e porquê?

7) – Qual o movimento que ocorre na vertical e porquê?

A segunda meta é aproveitar a oportunidade e fazer desse momento um espaço para coleta de dados. Não faça as simulações aleatoriamente, estruture uma atividade em que seja possível você recolher as respostas dos alunos. É importante mostrar, o mais claro possível, qual é o papel que estas variáveis ocupam no movimento balístico.

Ainda utilizando o projeto PhET, pode-se trabalhar uma atividade para analisar de forma estatística a assimilação do conteúdo ao qual foi trabalhada até o momento, e de acordo com cada respostas dos discentes realizar uma simulação virtual no PhET para que os mesmos visualizem se sua resposta condiz com a simulação, assim eles poderão se auto corrigir, mas claro, podendo tirar todas as dúvidas que surgirem com o docente no momento da simulação virtual.

7.2 - A segunda sugestão de atividade: Faça um questionário com perguntas objetivas.

“As situações a seguir estão sujeitas exclusivamente à aceleração da gravidade próxima da terra onde em todas as situações é considerada uma velocidade fixa e é realizado cinco lançamentos com ângulos diferentes em cada situação, os ângulos formados com a horizontal são 15° , 30° , 45° , 60° , 75° . Desconsiderar a resistência do ar”.

1) – Em um jogo de futebol um jogador realiza diversos lançamentos, qual desses lançamentos em função do ângulo formado com a superfície ele atingirá a sua altura máxima?

a) 15° b) 30° c) 45° d) 60° e) 75°

2) – Em uma partida de futebol um goleiro realiza diversos chutes, qual desses chutes terá um maior alcance horizontal quando formado um ângulo com a superfície terrestre?

a) 15° b) 30° c) 45° d) 60° e) 75°

3) – Dois garotos brincando de tacobol realizam sucessivas rebatidas em uma bolinha, quais dessas rebatidas atingirão a mesma altura máxima? considere que a bolinha e o taco

formem respectivos ângulos no momento da batida.

- a) 15° e 45° b) 30° e 75° c) 45° e 75° d) 15° e 75° e) N.D.R.A

4) – Dois garotos brincando de tacobol realizam sucessivas rebatidas em uma bolinha, quais dessas rebatidas terão o mesmo alcance horizontal?

- a) 15° e 45° b) 30° e 75° c) 45° e 75° d) 15° e 75° e) N.D.R.A

5) – Um míssil é lançado rumo ao oceano pacífico, após o lançamento qual é a direção da aceleração que age no míssil? Desconsiderando qualquer aceleração motora que possa existir no míssil.

- a) Vertical, devido a gravidade
b) Horizontal, devido a gravidade
c) Na mesma direção da velocidade, mas de sentido oposto.
d) Aceleração é nula.
e) N.D.R.A

Observação: Com a aplicação desta atividade o professor será capaz de avaliar como se houve ou não assimilação/aprendizado pelos discentes acerca dos conteúdos de balística.

8. REFERÊNCIAS

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S. **Proposta de plano de aula para o ensino de física.** Physicae Organum, v. 5, n. 1, p. 39-44, Brasília, 2019.

JÚNIOR, O. de A.. **UM ESTUDO SOBRE O MOVIMENTO DOS PROJÉTEIS BALÍSTICOS E SUA TRAJETÓRIA.** São Paulo - SP: Edgard Blücher Ltda, 2017. 70 p.

TERRA, P; FARINA, C; SOUZA, R. de M. **Lançamentos oblíquos e parábola de segurança: uma proposta de atividade em 3 aulas.** 2016.

Material instrucional associado à dissertação de mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, [S. l.], 2016.

5. Considerações finais

Neste produto educacional apresentamos um modelo para se implementar o desenvolvimento de uma sequência didática elaborada para o ensino da balística para alunos da 1º série do ensino médio, orientada pela investigação de uma situação-problema, o conflito histórico entre EUA e Coreia do Norte. O que propomos aqui é um modelo de ensino que disciplina a prática do professor conforme os quatro pilares ou etapas do “pensamento computacional”. Além disso, trabalhamos em consonância com a “Nova Base Nacional Comum Curricular”, a BNCC, porque a BNCC sinaliza, expressamente, o emprego desta tendência em sala de aula para a resolução de “situações-problemas”, embora não o faça para o ensino de física.

A balística é o conteúdo curricular inerente à física 1 que foi abordada aqui. Entretanto, vale ressaltar que o produto educacional não agrega nada de específico em detrimento desse conteúdo curricular, e que, portanto, ele pode ser facilmente adaptado aos demais tópicos da física, se assim convier ao professor.

Com base em nossas observações, consideramos que a aplicação do produto educacional ocorreu de forma satisfatória, pois há indícios de êxito, indícios de aprendizagem em nível não superficial, e um aumento no envolvimento dos alunos para com a aprendizagem.

A investigação da situação-problema apresentada possibilitou o desenvolvimento de competências e habilidades para o aprendizado de física. Entendemos que o trabalho permitiu que os alunos se interessassem pelo conteúdo da balística e que o mesmo está presente em diversas situações do nosso cotidiano, fazendo assim com que boa parte dos conceitos envolvidos fossem melhor entendidos. Além disso, o fato de se disporem a buscar respostas para o problema apresentado permitiu que os alunos experimentassem o trabalho de analisar situações complexas e históricas em um processo de pesquisa, tendo que reconhecer fontes relevantes para a investigação de um problema e mobilizar-se para buscar informações.

Em suma, podemos dizer que foi verificado indícios de uma movimentação do senso comum em direção ao conhecimento científico após a aplicação do produto educacional. Esperamos que, na medida em que o pensamento computacional ainda tenha recebido a devida atenção dos teóricos da educação, de professores das ciências em geral, e da física, em particular – como constatado em levantamento bibliográfico – que este produto educacional possa contribuir para a inserção dessa abordagem didática no ensino de física.