

A CORRIDA ESPACIAL: A APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR PARA O ENSINO DE FÍSICA

THE SPACE RACE: THE APPLICATION OF AN INTERDISCIPLINARY DIDACTIC SEQUENCE FOR PHYSICS TEACHING

DANILLO SCORALICH ^{*1}, VITOR ACIOLY ^{†1}

¹Laboratório de Pesquisa em Ensino e Divulgação da Ciência / LAPED.

¹Universidade Federal Fluminense. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo 15.

Resumo

Este artigo relata a aplicação de uma sequência didática desenvolvida para abordar a interdisciplinaridade no ensino básico, contextualizando aspectos históricos e políticos da corrida espacial e sua aplicabilidade física em diversos aspectos tecnológicos. A sequência foi implementada em uma disciplina eletiva, como projeto, para alunos do ensino fundamental e médio em uma escola particular do Rio de Janeiro. O objetivo principal foi promover a divulgação científica e permitir que os alunos compartilhassem e debatessem conceitos científicos e históricos, integrando diferentes áreas do conhecimento. A metodologia incluiu a utilização de diversas abordagens pedagógicas, como gamificação, atividades lúdicas, aulas tradicionais, experimentações demonstrativas e ferramentas tecnológicas. A avaliação formativa foi empregada para monitorar o processo de aprendizagem dos alunos, com um questionário final indicando uma média de acertos de quase 70%. No entanto, algumas questões conceituais apresentaram desafios, como a compreensão da independência da massa na velocidade de escape e o uso de ondas de rádio para radiotelescópios. O relato destaca a importância de abordar temas complexos de forma interdisciplinar e contextualizada, promovendo um aprendizado mais significativo e integrado.

Palavras-chave: Sequência Didática. Ensino de Física. Interdisciplinaridade. Corrida Espacial.

*danillo_scoralich@id.uff.br

†vitoracioly@id.uff.br

Abstract

This article reports on the application of a didactic sequence developed to address interdisciplinarity in basic education, contextualizing the historical and political aspects of the space race and its physical applicability in various technological aspects. The sequence was implemented in an elective course, as a project, for elementary and high school students at a private school in Rio de Janeiro. The main objective was to promote scientific dissemination and allow students to share and debate scientific and historical concepts, integrating different areas of knowledge. The methodology included the use of various pedagogical approaches, such as gamification, playful activities, traditional classes, demonstrative experiments, and technological tools. Formative assessment was employed to monitor students' learning process, with a final questionnaire indicating an average score of nearly 70%. However, some conceptual issues posed challenges, such as understanding the independence of mass in escape velocity and the use of radio waves for radio telescopes. The report highlights the importance of addressing complex topics in an interdisciplinary and contextualized manner, promoting more meaningful and integrated learning.

Keywords: Didactic Sequence. Physics Teaching. Interdisciplinarity. Space Race.

I. INTRODUÇÃO

No ensino de ciências, especialmente no ensino de física, a contextualização dos temas abordados em sala de aula é muitas vezes negligenciada, o que pode tornar o aprendizado mais abstrato e descolado da realidade dos alunos. Embora o conceito de ensino de física contextualizado tenha ganhado destaque entre educadores, ainda é um desafio transformá-lo em prática corrente nas escolas. “A ideia de um ensino de física contextualizado está cada vez mais presente no discurso dos professores e educadores, o que não significa, necessariamente, que seja uma prática corrente na escola” (RICARDO, 2011, p.31). As aulas de física tradicionalmente se concentram em exposições teóricas, matematização e resolução de problemas, o que pode limitar o interesse dos estudantes. Nesse cenário, a inclusão da história e da filosofia da ciência (HFC) Silva (2006); Peduzzi et al. (2012), surge como uma alternativa importante para promover um ensino contextualizado, capaz de minimizar o foco exclusivo na matemática e valorizar a ciência em sua relação com a tecnologia e a sociedade conforme Zanetic (1989) e Forato (2011).

O ensino contextualizado e a interdisciplinaridade são elementos centrais nas diretrizes educacionais brasileiras, como destacado nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM, 1999), nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1999) e na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018). A interdisciplinaridade promove a cooperação entre diferentes disciplinas, integrando-as em torno de um tema comum que orienta as ações educativas de forma mais abrangente conforme Farias e Sonaglio (2013) cita Carlos (1995).

Na interdisciplinaridade é possível se perceber a cooperação e o diálogo entre as diferentes disciplinas, coordenadas por uma disciplina específica, um problema comum a todas as disciplinas ou diferentes formas que represente um elemento de integração das disciplinas, que norteia e orienta as ações interdisciplinares. (FARIAS e SONAGLIO, 2013, p. 6 apud CARLOS, 1995. p.3)

O período da Guerra Fria, de 1947 a 1991, é um exemplo rico de contexto histórico e científico que pode ser explorado em sala de aula para introduzir conceitos complexos de forma acessível. A corrida espacial, principal vitrine dessa época, marcou o desenvolvimento tecnológico e científico das superpotências da época, resultando em avanços como o lançamento dos primeiros satélites e os primeiros vôos orbitais, a conquista da Lua e a construção da Estação Espacial Internacional. Esses eventos exigiram um entendimento profundo de conceitos como Velocidade de Escape, fundamental para colocar os primeiros satélites em órbita, e Radiação Eletromagnética, que impulsionou as principais tecnologias da exploração espacial.

Para além do escopo da Guerra Fria, enfatizamos temáticas astronômicas nas aulas, com o objetivo de desenvolver a reflexão crítica dos alunos sobre a temática e compartilhar assuntos que são poucos abordados na educação básica, como mencionam Langhi e Nardi (2014).

a opção pela seleção de temas significativos de Astronomia a serem trabalhados na Educação Básica e na formação de professores pode conduzir, afinal, à compreensão da natureza humana e despertar o aluno e o professor para a cidadã responsabilidade planetária individual e coletiva, enquanto um ser habitante do único corpo celeste conhecido que pode nos abrigar vivos. (Langhi, R; Nardi, R, 2014, p. 56)

Nesta sequência didática, foi trabalhada a contextualização histórica, que pode ser enriquecida com temas como Etnoastronomia e Arqueoastronomia. Esses temas oferecem uma visão da astronomia sob a perspectiva dos povos originários, conectando o passado ao presente e destacando a diversidade de conhecimentos científicos ao longo do tempo.

A exploração dos efeitos da gravidade zero no corpo humano e as discussões sobre os rumos da exploração espacial em busca de vida extraterrestre são outras temáticas que ampliam o escopo do ensino, conectando conceitos científicos com questões contemporâneas e futuras.

Com o objetivo de proporcionar um ensino contextualizado, acessível e que valorize a história da ciência, foi desenvolvida uma sequência didática interdisciplinar centrada na Guerra Fria e seus reflexos na sociedade atual. A sequência, aplicada como disciplina eletiva para alunos do ensino fundamental e médio de uma escola particular no Rio de Janeiro, abordou temas como a evolução histórica da corrida espacial, velocidade de escape, etnoastronomia e arqueoastronomia, radiação eletromagnética, os efeitos da gravidade zero no corpo humano e os rumos da exploração espacial. Esta abordagem buscou promover um

ensino não tradicional, a divulgação científica além de despertar o interesse dos alunos por diversas áreas acadêmicas, demonstrando a relevância dos conhecimentos científicos para o entendimento do mundo e dos desafios futuros.

II. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As sequências didáticas são metodologias empregadas para instruírem o conhecimento prévio dos alunos seguindo uma estruturação lógica dos conteúdos em módulos sequenciais. Como Ramos, Moura e Lavor (2020) definem:

são metodologias estruturadas a partir da teoria das situações didáticas e designam um conjunto de atividades que dispõe de etapas ligadas entre si para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais eficiente. (RAMOS, MOURA E LAVOR. 2020, p. 6)

A sequência didática foi elaborada para ser aplicada em turmas do itinerário formativo, ou em projetos acadêmicos, além de poderem ser utilizadas em aulas curriculares como forma de contextualização dos conteúdos. Os itinerários formativos foram instituídos com o novo ensino médio com a proposta de uma mudança curricular que atendesse as necessidades individuais de cada região. A BNCC (2018) *“prevê a oferta de variados itinerários formativos, seja para o aprofundamento acadêmico em uma ou mais áreas do conhecimento, seja para a formação técnica e profissional”*. Um itinerário formativo trabalha com projetos que dependendo da instituição pode ser por bimestre, ou mesmo, trimestre e precisa trabalhar conteúdos de forma interdisciplinar até mesmo transdisciplinar, porém que dialoguem com os conteúdos escolares. E nesta proposta será ofertado 12 aulas, que conforme a disponibilidade da carga horária de cada instituição, pode se adequar para um bimestre, ou trimestre.

Na tabela 1 será apresentado os momentos da sequência didática, seguidos dos temas, objetivos e atividades realizadas, e após isso, será apresentada a descrição de cada aula.

Tempo	Tema	Objetivos	Atividades
Aula 1 e 2 (45 min cada)	A Evolução Histórica da Corrida Espacial	Apresentar a sequência didática à turma, e através dos fatos históricos entender os principais objetivos da corrida espacial e as respectivas conquistas.	Questionário utilizando ferramentas digitais de ensino.
Continua na próxima página			

Continuação da tabela da página anterior

Tempo	Tema	Objetivos	Atividades
Aula 3 e 4 (45 min cada)	Velocidade de Escape - Colocando os primeiros satélites em órbita.	Debater com os alunos os conceitos de velocidade tangencial e velocidade angular. Movimentos orbitais, velocidade de escape além de identificar geograficamente o melhor ponto para bases de lançamentos.	Aula apresentada por slides dialogando com os alunos e ferramentas digitais de ensino.
Aula 5 e 6 (45 min cada)	Etnoastronomia e Arqueoastronomia - A astronomia contada na perspectiva dos povos originários.	Introduzir os conceitos de astronomia estudados pelos povos originários (etnoastronomia e arqueoastronomia) e comparar com o entendimento da história da astronomia tradicional (eurocêntrica).	Aula utilizando jogos lúdicos sobre o tema.
Aula 7, 8 e 9 (45 min cada)	Radiação Eletromagnética e as principais Tecnologias da Exploração Espacial	Dialogar com os alunos o que é a Luz, a formação de cores, estudar o espectro eletromagnético como fonte de informação, e as principais tecnologias usadas para observação.	Aula de slides interativa e atividade experimental.
Aula 10 (45 min)	O Corpo Humano e os Efeitos da Gravidade Zero	Os efeitos biológicos no corpo de viver no espaço, dialogar conceitos físicos como pressão, e radiação ionizante, além da vida no espaço e treinamento dos astronautas.	Aula expositiva de slide e experimental.
Aula 11 e 12 (45 min cada)	Rumos da Exploração Espacial - Em busca de vida extraterrestre	Introduzir conceitos como Astrobiologia, debater o princípio da vida e a teoria da evolução.	Aula de slides e dialógica.

Tabela 1: Cronograma das aulas da sequência didática

Em cada aula, foi aplicada uma metodologia de ensino diferente, conforme destacado na seção de atividades da tabela. Gamificação, atividades lúdicas, aulas tradicionalmente expositivas, experimentações demonstrativas e ferramentas tecnológicas foram algumas das metodologias empregadas. Com também, foi empregada uma avaliação formativa, em que, para cada tema, foi realizada uma atividade que permitiu avaliar o processo de aprendizagem dos alunos, exemplificado em cada aula.

III. APLICAÇÃO DAS AULAS

Esta sequência didática está em seu segundo ano de aplicação, e desde seu início (2023) foi realizada em duas escolas particulares no Rio de Janeiro sendo oferecidas como um projeto eletivo de livre escolha, para alunos entre 14 e 17 anos, possibilitando uma troca de experiências entre as diferentes faixas etárias e anos escolares, alcançando públicos com interesses tanto nas áreas de ciências da natureza como nas ciências humanas. As aulas como projeto tem o interesse de oferecer uma visão interdisciplinar dos conteúdos de forma a conectar com a realidade dos alunos, conforme cita Pietrocola (2003).

Na realização de um projeto muitos conhecimentos são requeridos para sua plena conclusão. Por isto, a maioria dos projetos práticos requer uma abordagem multidisciplinar e as representações produzidas no seu interior se revestem de um caráter interdisciplinar (PIETROCOLA, M, 2003, p.133)

Na primeira aula, foi narrado o processo histórico da Guerra Fria e os desdobramentos da corrida espacial, que proporcionou grandes investimentos em educação, ciência e tecnologia. A conquista espacial foi além dos fins militares para investigação sobre o espaço aéreo inimigo, mas carregava consigo um simbolismo, sendo uma corrida ideológica para as potências. A primeira conquista veio do lado Soviético com a “Sputnik 1”, em 1957, a primeira sonda a fazer um voo orbital. No ano seguinte, os americanos lançaram a sua primeira sonda, a Explorer 1. Em sequência, em 1961, a União Soviética fez o primeiro voo orbital tripulado, Yuri Gagarin foi o primeiro cosmonauta no espaço e pioneiro nessas novas fronteiras e só após dois anos, em 1963, eles levaram a primeira mulher ao espaço, Valentina Tereshkova.

Nessa sequência de vitórias soviéticas frente aos americanos, os Estados Unidos da América, só tiveram a sua primeira conquista em 1969, com a missão Apollo 11, com a chegada do homem à Lua, missão bem sucedida realizada por Neil Armstrong. (TAIGENS, 2016). A missão de contribuição espacial iniciou em 1972 com a missão Apollo-Soyuz, e em 1975 tivemos o desenvolvimento em conjunto da doca de habilitação padrão APAS-75, marcando o fim da corrida espacial e dando início da era de cooperação internacional para alguns historiadores. (TAIGENS, 2016). Contudo, o fim da Guerra Fria só veio acontecer no final da década de oitenta e início da década de 90.

Foi utilizada uma ferramenta tecnológica educacional, um site no qual o profissional pode montar um questionário e os alunos, utilizando QR codes, respondem às perguntas sem a necessidade de terem um aparelho de telefone. A principal motivação para esta estratégia de gamificação é abordar conteúdos históricos de forma lúdica e partir dos conhecimentos prévios dos próprios alunos sobre a temática, permite ao professor dialogar com a turma conforme os acertos e os erros dos mesmos. A Gamificação como cita Viama (2013) é uma metodologia ativa que utiliza jogos em sala de aula para despertar o interesse e a interação dos alunos para resoluções de problemas.

Gamificação tem como base a ação de se pensar como em um jogo, utilizando

técnicas assistenciais e mecânicas do todo jogo em um contexto fora de jogo. Vianna et al. (2013) consideram que a gamificação abrange a utilização de mecanismos de jogos para a resolução de problemas e para a motivação e o engajamento de um determinado público (FADEL et al., 2014, p. 15, apud VIANNA et al., 2013).

Na segunda aula, foram apresentadas as conquistas espaciais que foram possíveis graças aos investimentos em educação e ciência do período por exemplo: telescópios espaciais, satélites, foguetes, estação espacial internacional, rovers planetários entre outros, além dos reflexos desta na sociedade como GPS, espuma viscoelástica, lentes ultra violeta. e etc. Como atividade final desta aula.

Na terceira aula, foram trabalhados com a turma os conceitos de velocidade tangencial e velocidade angular. Para isso, foi realizada uma dinâmica lúdica em uma área externa da escola. O professor pediu três voluntários para ficarem enfileirados lateralmente, de mãos dadas e com os braços estendidos na altura dos ombros. Um dos alunos foi posicionado no centro, servindo como eixo de rotação, enquanto os outros dois correram ao redor do colega fixado no centro, sem soltarem as mãos. O professor fez os seguintes questionamentos à turma: Quem percorreu mais? Quem realizou a maior circunferência? Eles tinham a mesma velocidade tangencial? Eles tinham a mesma velocidade angular? O que podem inferir em relação ao raio da circunferência?

Eles puderam chegar em conclusão juntos, que mesmo tendo a mesma velocidade angular os mesmos estariam com velocidades tangenciais distintas e essa velocidade era proporcional ao raio em relação ao centro de rotação.

Na quarta aula da sequência, foi debatido o lançamento horizontal e qual seria a melhor posição geográfica para o lançamento de foguetes no planeta. Nesta aula, foi utilizado a intuição do canhão de Newton, por meio da aplicação do simulador Newtons Cannon, mostrado na figura 1.

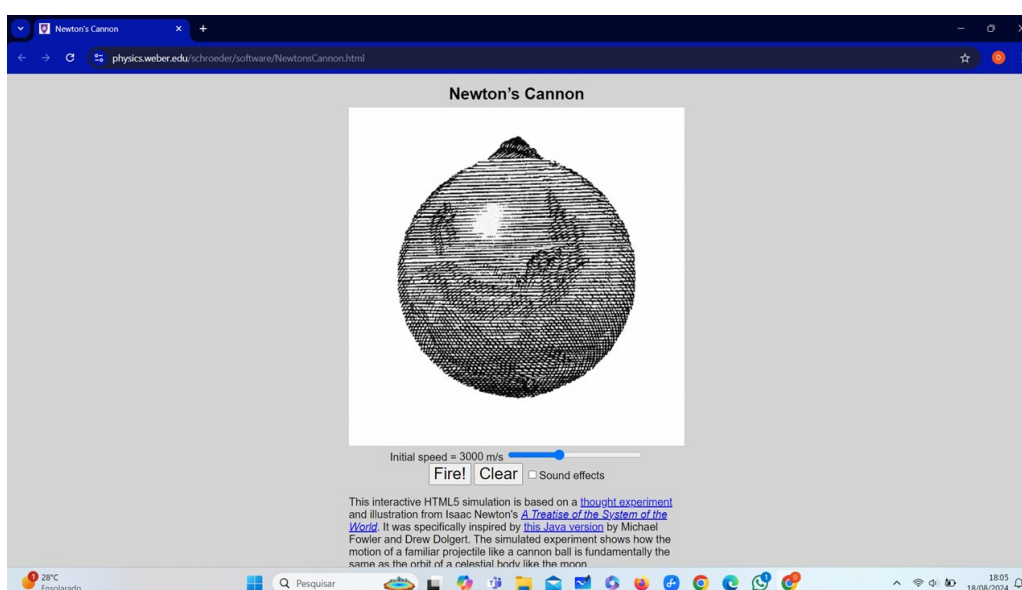


Figura 1: Captura de tela do simulador online do canhão de Newton. Fonte. Os autores

Na quinta aula, foi apresentado o contexto de etnoastronomia, que é a astronomia dos povos originários. Além disso, foi trabalhado a construção do conceito de constelação e a importância para cada sociedade, valorizando individualmente cada cultura. Nesta aula, utilizou-se diversos grupos de constelações sem seus respectivos nomes e, usando a imaginação, os alunos deram novos nomes e escolheram uma delas para criar um mito sobre. A proposta desta atividade foi mostrar aos alunos que as constelações têm diferentes interpretações conforme a cultura daquela civilização, mas é rica em significados. Após estudar as constelações dos povos originários do Brasil, foi narrado os mitos das constelações do Homem Velho e da Emma e a relação das divindades dos pontos cardeais. Os povos originários escolhidos foram de aldeias indígenas de língua Guarani, de acordo com o Guia Didático de Etnoastronomia Guarani (FEHLBERG, C. et al, 2022).

Na sexta aula, foi realizada uma atividade lúdica chamada Arqueoastrônomo por um dia. Utilizando de diversas imagens de objetos arqueológicos, os alunos tinham como objetivo deduzir se tinham ou não uma conexão com astronomia. E, caso tivessem, sugerir qual seria a função astronômica. O objetivo desta atividade foi mostrar aos alunos que a astronomia nasceu bem antes mesmo de surgir o primeiro telescópio, ou mesmo, do homem conquistar o espaço; ela nasceu junto com a necessidade do homem de sobrevivência na pré-história, com destaca Afonso e Nadal (2013).

A arqueoastronomia é a disciplina que estuda os conhecimentos astronômicos legados pelas culturas pré-históricas (ágrafas), através de vestígios duradouros como a arte rupestre e os monumentos de rochas e por povos antigos, capazes de elaborar textos escritos, tais como os mesopotâmios, os egípcios, os gregos e os maias. (AFONSO, G; NADAL, C; p. 53, 2013)

Na sétima aula, introduziu-se o conceito de espectro eletromagnético na perspectiva Newtoniana. O contexto histórico na qual envolveu a experimentação do prisma de Newton, a descoberta da composição da luz branca e a interpretação da luz como partícula. Foi elaborado um jogo lúdico sobre as cores provenientes das bandeiras com incidência de luzes primárias da luz: vermelho, azul, verde (RGB). O objetivo do jogo era adivinhar a flâmula referente a sua pátria, com o intuito de entendermos o processo da construção das cores dos corpos como um reflexo eletromagnético em uma frequência específica. Além disso, foi estudada a física envolvida nos diferentes telescópios: refratores, refletores, catadióptricos assim como radiotelescópios e telescópios espaciais.

Na oitava aula, foi realizada uma construção histórica do espectro eletromagnético, pós Newton. A interpretação da luz como onda, pelo experimento da dupla fenda Thomas Young no início século XIX (YOUNG, 1802), como também o teorema da luz como uma construção de campos elétricos e campos magnéticos por Clerk Maxwell (MAXWELL, 1954) no final do século XIX, além do princípio da dualidade onda-partícula descrita por Bohr em 1928 (BOHR, 1928). Dessa forma, entendendo os fenômenos da dualidade da luz, podemos relacionar o efeito Doppler das ondas sonoras com o efeito Doppler relativístico, assim entendendo a aproximação de galáxias e seu afastamento com seu RedShift (desvio para o vermelho). Estudou-se também, a construção da energia quantizada e emissões de

fótons ou absorção dos mesmos durante o salto quântico entre níveis orbitais de energia, comparando com os fogos de artifícios, chama de diferentes cores e a técnica espectroscopia para identificar a composição química dos corpos celestes.

Na nona aula, foi realizado um estudo da construção do espectro eletromagnético a partir dos eventos históricos de descobertas e as infinitudes de aplicações físicas em diversas áreas científicas como: medicina, fisioterapia, astronomia, telecomunicações, astrofísica, geologia entre outras. Foi realizada uma experimentação investigativa demonstrativa com a câmera de celular sem filtro e outro com o filtro de infravermelho, conseguimos detectar o espectro do infravermelho emitidos em controles de aparelhos eletrônicos, de mesmo modo comparamos o espectro emitido pela lâmpada incandescente e pela lâmpada de led.

Na décima aula, discutimos sobre a astronáutica, todo preparo dos tripulantes para uma viagem espacial e o treinamento físico durante as viagens. Foram utilizadas nessa aula os princípios de mecânica, levando uma halter de um quilograma (1 kg) e um elástico para os alunos entenderem qual o melhor método para realizar um treinamento físico em um ambiente de baixa gravidade. Como também, foi trabalhado o contexto de pressão. Foi realizada uma análise dos fenômenos pelo corpo que sentimos quando é realizado mergulho, ou mesmo, em uma viagem de avião para entendimento de melhor compreensão de como ocorre um dos primeiros efeitos no corpo humano ao ficar à deriva no espaço, além dos diversos efeitos sobre ele após longos períodos vivendo sob baixa gravidade. Foi trabalhado sobre as doenças pós-viagem, medicina espacial e radiação ionizante na fisiologia humana.

Na décima primeira aula foi trabalhada a possibilidade de vida fora da Terra, utilizando os conceitos biológicos. foram realizadas perguntas como: O que é caracterizado como vida? O que é um ser vivo? Essas perguntas são essenciais para embasar a discussão sobre a possibilidade de encontrar vida em um exoplaneta. Do mesmo modo, a importância da água como elemento essencial para a nossa vida e como um dos elementos fundamentais que buscamos para suspeitar a base da vida.

Por fim, na décima segunda aula foi apresentado o conceito de astrobiologia: a origem dessa ciência recente, como ela se desenvolveu durante os anos e a busca por seres vivos em exoplanetas. A astrobiologia se preocupa com a procura de elementos como carbono e água, que são a base da vida terrestre e, além disso, a hipótese de encontrarmos vida baseada em outros elementos químicos. Essa aula é importante para apresentar uma ciência recém nascida e as fundamentações científicas na qual se embasa.

IV. AVALIAÇÃO E RESULTADOS

O método avaliativo adotado pelo professor foi o uso de uma avaliação formativa, de forma que fosse realizado um acompanhamento das atividades e do desenvolvimento das oratórias dos alunos sobre os temas abordados. A partir dessa abordagem os alunos ficaram entusiasmados em compartilhar seus conhecimentos e, até mesmo, tornaram-se mais participativos nas aulas sem ter a cobrança de realizar uma avaliação em formato de prova no final. Além disso, os mesmos puderam relacionar as disciplinas que tiveram no seu ensino formal com os temas adotados nessa sequência, contextualizando-as.

Nas aulas, foi perceptível o interesse dos alunos nos conteúdos de física, conseguiram compreender princípios físicos abordados de forma não matematizada e aprofundar em

conhecimentos de física básica, física moderna e contemporânea, de forma interdisciplinar contextualizando eventos históricos e conectando com demais áreas de conhecimentos.

Foram realizadas perguntas avaliativas no final de cada temática abordada em sala de aula que foram debatidas com a turma para saber se ocorreu a assimilação do conteúdo, na tabela 2 abaixo segue a lista de perguntas realizadas no final de cada aula.

Tema das Aulas	Perguntas-Chaves
A Evolução Histórica da Corrida Espacial	1) Qual a principal motivação da Guerra Fria, e o que a Corrida Espacial significava para ambas as potências? 2) De acordo com o vídeo e com o que foi debatido em sala, de onde vem a tecnologia original dos foguetes? 3) Qual foi o principal marco da Corrida Espacial? 4) Quais impactos de uma Corrida Espacial para as ciências e tecnologias? 5) De acordo com o vídeo do canal <i>nerdologia</i> , como se deu o fim da competição espacial?
Velocidade de Escape - Colocando os primeiros satélites em órbita.	1) O que é velocidade de escape? 2) Qual é a velocidade de escape de cada planeta do nosso Sistema Solar? E por que quanto maior a massa, maior a velocidade de escape? (Alunos do Ensino Fundamental podem pesquisar essas informações.) 3) Em que se baseia a física de propulsão de foguetes? 4) Qual a maior complexidade do lançamento de foguetes? Explique. 5) Qual era a preocupação política de lançar um satélite no espaço? E quais as consequências que poderia gerar na política mundial durante a Guerra Fria? 6) Quais as tecnologias que os primeiros satélites carregavam e as utilidades para a mesma?
Etnoastronomia e Arqueoastronomia - A astronomia contada na perspectiva dos povos originários.	1) O que é Arqueoastronomia e Etnoastronomia? 2) Qual a importância da Astronomia para os povos da antiguidade?
Continua na próxima página	

Continuação da tabela da página anterior

Tema das Aulas	Perguntas-Chaves
	<p>3) Em que ponto a Astronomia deixou de ser uma ciência só observacional?</p> <p>4) Em que contexto a Guerra Fria foi importante para o desenvolvimento Astronômico?</p> <p>5) Qual foi o intuito da missão atribuída no lançamento dos Telescópios Hubble e James Webb?</p> <p>6) E quais foram as descobertas mais importantes realizadas na astronomia durante o século XXI, pelas quais foram recompensadas com o Prêmio Nobel?</p>
<p>Radiação Eletromagnética e as principais Tecnologias da Exploração Espacial</p>	<p>1) O que é a Luz?</p> <p>2) O que é o comportamento dual da Luz?</p> <p>3) Por que ela é considerada como fonte de informação do nosso Universo?</p> <p>4) Com suas palavras, descreva a técnica de espectroscopia.</p> <p>5) Em que comprimento de onda atuam os Telescópios Refratores e Refletores?</p> <p>6) Qual rumo a exploração espacial deu aos Telescópios?</p> <p>7) O que é a Radioastronomia? E por que é possível ter rádio antenas na superfície terrestre?</p> <p>8) Qual a diferença entre Sondas, Rovers e Landers?</p>
<p>O Corpo Humano e os Efeitos da Gravidade Zero</p>	<p>1) Como a pressão afeta um corpo submerso?</p> <p>2) E como o corpo reage na ausência de pressão?</p> <p>3) Quais os primeiros sintomas em uma viagem espacial?</p> <p>4) Quais as primeiras alterações físicas no corpo devido à viagem espacial?</p> <p>5) Quais são os principais sintomas que astronautas sentem ao voltarem para a Terra?</p> <p>6) Por que os astronautas ficam expostos a diversos tipos de radiação no espaço?</p>
<p><i>Continua na próxima página</i></p>	

Continuação da tabela da página anterior

Tema das Aulas	Perguntas-Chaves
	<p>7) Como a radiação eletromagnética pode afetar o corpo humano?</p> <p>8) Por que tratar da saúde mental é de suma importância para os astronautas?</p>
Rumos da Exploração Espacial - Em busca de vida extraterrestre	<p>1) Por que um planeta necessita ter atmosfera para as condições básicas de vida?</p> <p>2) Por que podemos dizer que somos novos no Universo? Ou velhos nele?</p> <p>3) Pode ter havido vida em Marte? O que sustenta seu argumento?</p> <p>4) Que formas de vida procuramos?</p> <p>5) Por que buscamos exoplanetas com condições semelhantes às do planeta Terra?</p>

Tabela 2: Perguntas-Chaves realizadas no final de cada tema.

A avaliação formativa permite diagnosticar o processo de aprendizagem conforme as atividades são desenvolvidas, contando com a participação dos alunos.

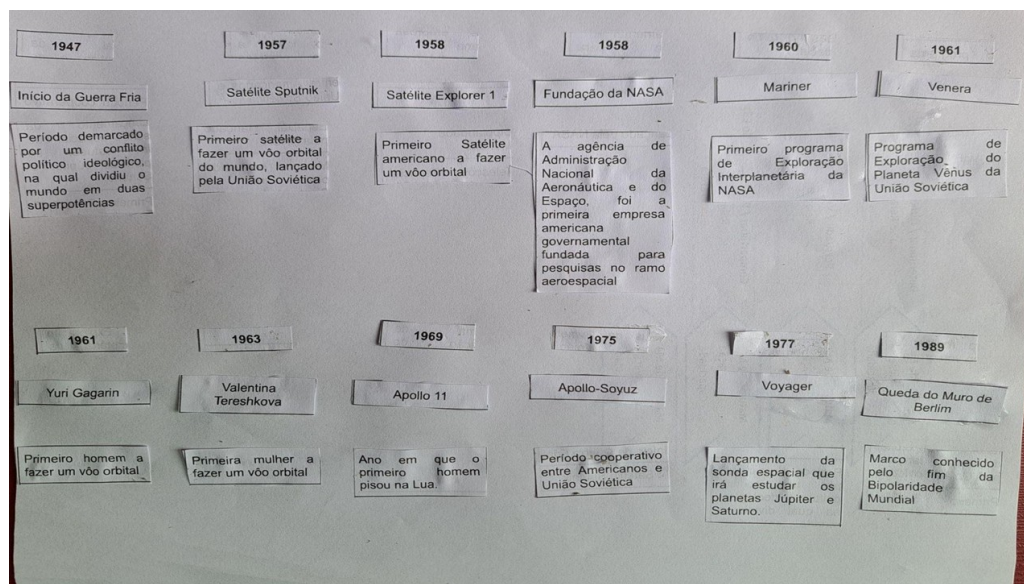


Figura 2: Quebra Cabeça-Histórico realizado pelos alunos

No primeiro tema abordado, muitos alunos não sabiam que as primeiras vitórias da corrida espacial foram da União Soviética e relataram que os americanos tinham vencido. Além disso, pensavam que o principal objetivo da corrida espacial era a conquista da Lua. O

professor notou que os alunos tinham um conhecimento bastante superficial sobre a Guerra Fria, compreendendo-a apenas como uma disputa política entre capitalismo e socialismo. Os desdobramentos mais profundos da corrida espacial eram desconhecidos por muitos. A avaliação dessa aula foi realizada em grupos, com o professor fornecendo um quebra-cabeça contendo datas, acontecimentos históricos e descrições dos eventos, na qual os alunos tiveram que montar uma linha do tempo do período da corrida espacial (figura 2).

Na segunda temática, a experiência foi fundamental para que os alunos entendessem conceitos como velocidade angular e velocidade tangencial. Eles perceberam que o aluno na extremidade do raio teve que fazer muito mais esforço para manter a mesma velocidade angular que os outros. Ao final dessa atividade, o professor perguntou aos alunos qual seria a melhor região do planeta para o lançamento de foguetes e por quê, além de onde está localizada a base de lançamento de foguetes no Brasil. Todos responderam que a melhor localização seria próxima ao Equador devido à maior velocidade tangencial, o que economiza combustível. Quanto à segunda pergunta, todos mencionaram que a base estava entre o Norte e o Nordeste do país. Embora todos tenham considerado a maior velocidade tangencial devido à rotação da Terra, a melhor localização geográfica para a base é no Nordeste, especificamente a base de Alcântara que fica no Maranhão, devido ao clima mais seco.

A avaliação das aulas sobre Arqueoastronomia e Etnoastronomia foi baseada na participação nas atividades e no debate em grupo ao final das atividades. Quando o professor perguntou à turma em que período se iniciou a astronomia, a grande maioria respondeu que foi na Idade Média, enquanto outros mencionaram a Idade Moderna, período do uso astronômico da luneta por Galileu. Essa atividade ressaltou a importância cultural e o desenvolvimento histórico da astronomia. O essencial foi a apresentação dos novos conceitos e o desenvolvimento crítico em relação ao avanço científico e cultural ao longo da história.

A aula sobre Radiação Eletromagnética abordou desde a física clássica até os conceitos da física moderna. Em relação à gamificação com bandeiras e cores primárias da luz, houve uma boa porcentagem de acertos dos alunos, com apenas um estudante acertando todas as questões. Considera-se que houve um aprendizado significativo sobre as propriedades das cores dos objetos opacos, já que toda a turma considerou os efeitos da reflexão e absorção das cores para adivinhar a nacionalidade de cada bandeira. A aula sobre telescópios foi expositiva, abordando diferentes aplicações e tipos de telescópios. Para contextualizar a aula sobre o espectro eletromagnético, o professor pediu à turma que explicasse o funcionamento das diferentes cores em fogos de artifício. Juntos, debateram a quantização das órbitas e a emissão e absorção de fótons pelos elétrons. Em uma aula expositiva, foi explicada a técnica de espectroscopia e os efeitos do Redshift. Apesar de ser uma aula densa em conteúdo, o que demandou mais tempo, os alunos se encantaram ao entender os processos físicos envolvidos nas experiências com o infravermelho e ao compreender um fenômeno do dia a dia, como os fogos de artifício. Seria válido, caso o professor tenha acesso a um laboratório equipado, realizar a experiência do teste de chamas para enriquecer as aulas.

Sobre o tema do corpo humano e os efeitos da gravidade zero, muitos alunos não entendiam o efeito da pressão atmosférica no corpo. Para melhor contextualização, o professor fez perguntas sobre os incômodos no ouvido durante um mergulho a certa profundidade, a subida de uma serra, ou a decolagem de aviões. O debate foi fundamental

para a compreensão dos alunos. Um aluno perguntou se era por isso que a caixa d'água precisa ficar no alto para aumentar a pressão na saída de água em casa. Foi uma ótima assimilação da aplicação do conteúdo no dia a dia.

Antes de iniciar a experimentação com o elástico de treino e o halter de um quilograma, o professor perguntou como os astronautas realizam o treinamento dos músculos em um ambiente de baixa gravidade. Nenhum aluno conseguiu pensar na força elástica, e foi proposto que experimentassem a diferença de força ao usar um braço com o halter e o outro com o elástico. Todos os alunos quiseram experimentar o treino com os diferentes equipamentos e puderam constatar que realizavam mais força com o elástico e que ela era gradativa, conforme esperado na experimentação.

No tema sobre a exploração espacial, foi importante debater conceitos filosóficos sobre vida e a perspectiva biológica. Também foi discutida a Astrobiologia, uma área científica que surgiu com a exploração espacial, e a possibilidade de vida em outros planetas, como por exemplo a exploração de Marte e de possíveis exoplanetas. A avaliação desse tema foi baseada na participação e na construção de argumentações sobre o assunto.

Foi realizada uma avaliação final em forma de questionário de múltipla escolha. Criamos um mapa de acertos e erros das perguntas para identificar se houve aprendizagem, conforme a Tabela 3 e Figura 3 apresentadas a seguir:

Perguntas do formulário sobre a Sequência Didática		
Perguntas	Acertos	Erros
1) Qual foi o principal objetivo da corrida espacial da guerra fria?	62%	38%
2) No planeta Terra, qual a melhor posição geográfica para fazer lançamento de foguetes?	65%	35%
3) O que são constelações?	79%	21%
4) Sobre a velocidade de escape, quais são as grandezas relevantes para colocar o objeto em órbita?	0%	100%
5) Em qual período histórico começou a estudar astronomia?	69%	21%
6) O que é etnoastronomia?	62%	38%
7) O monumento Stonehenge é considerado o que para os arqueoastrônomos?	100%	0%
8) Qual dessas imagens foi considerada a primeira ferramenta astronômica?	69%	31%
9) Qual dessas ondas não é considerada uma onda eletromagnética?	100%	0%

Perguntas	Acertos	Erros
10) Além da luz visível, qual dessas radiações eletromagnéticas consegue ultrapassar as barreiras geofísicas do planeta Terra?	31%	69%
11) O que são radiações ionizantes?	100%	0%
12) No filme "Estrelas Além do Tempo" quais as barreiras sociais enfrentadas pelas protagonistas?	100%	0%
13) Quais os primeiros sintomas enfrentados pela descompressão do traje espacial no espaço?	80%	20%
14) Por que a superfície de Marte é avermelhada?	72%	28%
15) A Astrobiologia é a ciência que estuda a vida extraterrestre, ela era conhecida por outro nome durante a corrida espacial como era chamada?	48%	52%

Tabela 3: Perguntas do formulário sobre a Sequência Didática.

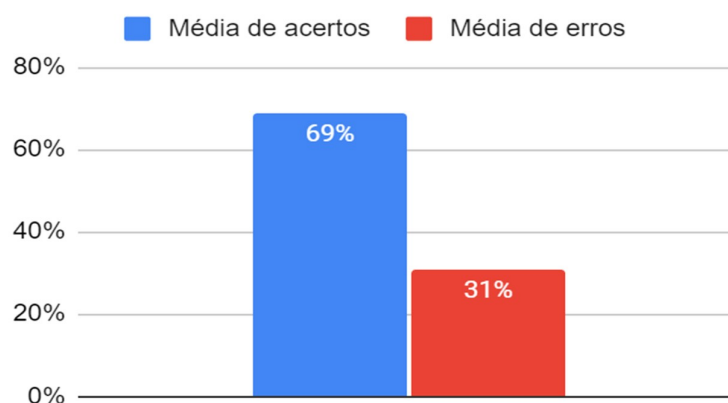


Figura 3: Gráfico sobre média de acertos e erros no formulário.

V. REFLEXÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disciplina ocorreu durante quatro meses de aulas sem interferir no cronograma escolar ou mesmo nas semanas de provas das instituições. Como era uma disciplina eletiva e ocorria no contraturno das aulas, houve alunos muito interessados, que participaram ativamente das dinâmicas propostas pelo professor, compartilharam suas perguntas, ideias e sempre trouxeram novas temáticas para serem debatidas nas aulas.

Essa sequência didática pode ser aplicada como tema para os itinerários formativos, visto que aborda os conteúdos de forma interdisciplinar e contextualizada. O itinerário formativo está proposto na nova estrutura do ensino médio pela BNCC (2018).

Essa nova estrutura do Ensino Médio, além de ratificar a organização por áreas do conhecimento sem desconsiderar, mas também sem fazer referência direta a todos os componentes que compunham o currículo dessa etapa, prevê a oferta de variados itinerários formativos, seja para o aprofundamento acadêmico em uma ou mais áreas do conhecimento, seja para a formação técnica e profissional. (BNCC, 2018)

De acordo com a análise dos dados do questionário e das atividades realizadas em sala de aula, podemos considerar que o aprendizado foi efetivo em relação aos temas apresentados, com uma média de acertos de quase 70% das perguntas. No entanto, destaco a terceira pergunta, que nenhum aluno acertou. Esta pergunta era conceitual e exigia que o aluno compreendesse que a velocidade de escape é independente da massa do objeto lançado. Embora o conceito tenha sido abordado durante as aulas e esteja fundamentado na equação da velocidade de escape, o objetivo das aulas era apresentar os temas de forma conceitual e promover a divulgação científica, sem envolver a matemática detalhada.

A décima pergunta também teve uma baixa porcentagem de acertos. A resposta esperada era sobre as ondas de rádio e o uso de radiotelescópios na Terra, em vez de enviar um telescópio espacial. Acredita-se que possa ter ocorrido confusão com raios-X ou raios gama.

Dessa forma, considera-se que houve um aprendizado efetivo por parte dos alunos em relação à proposta curricular da sequência. Esta sequência foi construída para despertar a curiosidade sobre diversas temáticas, como a relação entre a Guerra Fria e o desenvolvimento científico, a importância da astronomia como uma das primeiras ciências desenvolvidas, conceitos físicos discutidos de forma intuitiva e por meio de experimentações, além de relacionar as ciências básicas de maneiras distintas à fragmentação que ocorre no currículo escolar. Ressalto o poder de aplicabilidade fórum do contexto das instituições particulares de ensino, mas o poder de aplicabilidade da rede pública, uma vez que prezamos por atividades de baixo custo e metodologias atrativas para o ensino básico.

Editora Responsável: Maria de Fátima da Silva Verdeaux

REFERÊNCIAS

AFONSO, G. B.; NADAL, C. A. Arqueoastronomia. In: MATSUURA, O. T. (Org.) *História da Astronomia no Brasil* vol. 1. Cepe: Recife, PE, 2014. p. 53-86.

BOHR, N. O postulado quântico e o recente desenvolvimento da física atômica. In: PESSOA-JÚNIOR, O. (Org.). *Fundamentos da Física, v. 1 (Simpósio David Bohm)*. São Paulo: Livraria da Física, 2000. p. 135-159. Original: *Nature*, v. 121, p. 580-590, 1928.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica MEC/SEMTEC, 1999.

CARLOS, J. G. *Interdisciplinaridade no Ensino Médio: desafios e potencialidade*. Petrópolis: Vozes, 1995.

EDISCIPLINASUSP. *Mini-curso: gravitação e órbitas: Simulador: o canhão de Newton*. Disponível em: <<https://physics.weber.edu/schroeder/software/NewtonsCannon.html>>. Acesso em: 07 jul. 2023.

FADEL, L. et al. *Gamificação na Educação*. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.

FARIAS, M.; SONAGLIO, K. Perspectivas multi, pluri, inter e transdisciplinar no turismo. *Revista Iberoamericana de Turismo RITUR*, v. 3, n. 1, p. 71-85, 2013.

FEHLBERG, C. et al. *Guia Didático de Etnoastronomia Guarani*. MNPEF - IFES, 2022.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

LANGHI, R.; NARDI, R. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros? *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 14, n. 3, 2014.

MAXWELL, J. C. *A treatise on electricity and magnetism*. New York: Dover, 1954.

PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal: EDUFERN, 2012.

PIETROCOLA, M.; FILHO, J.; PINHEIRO, T. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 2, p. 131-152, 2003.

RAMOS, M. S. F.; MOURA, P. S.; LAVOR, O. P. Educação financeira: Sequência didática com o aplicativo Minhas Economias. *Revista de Investigação e Divulgação em Educação Matemática*, v. 4, n. 1, p. 1-19, 2020. doi: <<https://doi.org/10.34019/2594-4673.2020.v4.32047>>.

RICARDO, E. C. *Problematização e Contextualização no Ensino de Física*. Coleção Ideias em Ação. Ensino de Física, v. 1, p. 32, 2011.

SILVA, C. C. *Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

TAIGENS, V. *A Corrida Espacial*. UK: Cambridge Stanford Books, 2016.

VIANNA, Y.; VIANNA, M.; MEDINA, B.; TANAKA, S. *Gamification, Inc.: como reinventar empresas a partir de jogos*. Rio de Janeiro: MJV Press, 2013.

YOUNG, T. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. London, v. 92, Issue 92, 1802.

ZANETIC, J. *Física Também é Cultura*. 250 f. Tese (Doutorado em Educação) Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.
