



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
LICENCIATURA EM FÍSICA

EMANUEL JACKSON OLIVEIRA DA SILVA

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE FÍSICA:
uma sequência didática investigativa sobre a queda dos corpos e a maçã de Newton

CARUARU
2025

EMANUEL JACKSON OLIVEIRA DA SILVA

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE FÍSICA:

uma sequência didática investigativa sobre a queda dos corpos e a maçã de Newton

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Física do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em Física.

Área de concentração: Ensino de Física.

Orientador (a): Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos

CARUARU

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Emanuel Jackson Oliveira da.

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE FÍSICA: uma
sequência didática investigativa sobre a queda dos corpos e a maçã de Newton
/ Emanuel Jackson Oliveira da Silva. - Caruaru, 2025.

70 : il., tab.

Orientador(a): João Eduardo Fernandes Ramos

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, , 2025.

Inclui referências, apêndices.

1. Alfabetização Científica. 2. Sequência Didática Investigativa. 3. História
da Ciências. 4. Queda dos Corpos. I. Ramos, João Eduardo Fernandes.
(Orientação). II. Título.

530 CDD (22.ed.)

EMANUEL JACKSON OLIVEIRA DA SILVA

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE FÍSICA:

uma sequência didática investigativa sobre a queda dos corpos e a maçã de Newton

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Física do Campus Agreste da Universidade
Federal de Pernambuco – UFPE, na
modalidade de monografia, como requisito
parcial para a obtenção do grau de
licenciado em Física.

Aprovada em: 18/12/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Diana Patrícia Gomes de Almeida (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esta monografia à Sagrada Família que é o motivo de me manter forte nessa jornada e à minha mãe que é um dos pilares da minha vida e incentivo de continuar.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, ele que é o Pai, Filho e Espírito Santo. Agradeço a Maria, Santa Mãe de Deus e minha. Agradeço ao Espírito Santo que sempre me conduz.

Agradeço a minha mãe, que sempre foi e é uma das bases principais da minha vida. Na qual sempre foi combustível para conseguir caminhar nessa vida. E, não podia esquecer de dizer que é a responsável por várias e várias garrafas de café necessárias para concluir o curso de Física.

À minha família por todo amor e carinho, em especial àqueles com quem convivo diariamente e também àqueles que moram um pouco mais distante, mas que sempre estiveram presentes em minha vida. Apesar de distante muita das vezes, agradeço a Deus por ter vocês em minha vida. Amo vocês.

Aos professores do Curso de Licenciatura em Física, e em especial a professor João Eduardo, por ter aceito ser orientador deste trabalho, um professor, doutor, amigo e ainda corintiano. Obrigado por tudo.

Aos meus colegas de turma, que apesar de alguns ficarem pelo meio do caminho e outros já se despediram da caminhada acadêmica, sempre demonstraram solidariedade, amizade e companheirismo. Sem dúvida, uma turma marcante.

Aos meus colegas de cursos, que apesar de não ter iniciado comigo, foram extremamente importantes para a minha caminhada acadêmica. Destaco em especial Judson, um cara que nunca negou um ajuda nessa caminha, coorientador que fala se fala é?

Por fim, meu sincero agradecimento a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, deste trabalho ou durante a minha graduação. Muito obrigado!

*Salve, Rainha,
mãe de misericórdia,
vida, doçura, esperança nossa, salve!
A Vós bradamos,
os degredados filhos de Eva.
A Vós suspiramos, gemendo e chorando
neste vale de lágrimas.
Eia, pois, advogada nossa,
esses Vossos olhos misericordiosos
a nós volvei.
E, depois deste desterro,
nos mostrai Jesus, bendito fruto
do Vosso ventre.
Ó clemente, ó piedosa,
ó doce Virgem Maria.
Rogai por nós, Santa Mãe de Deus,
para que sejamos dignos das promessas de Cristo.*

(Salve Rainha)

RESUMO

Este trabalho investigou a presença de indícios de Alfabetização Científica (AC) entre estudantes do 1º ano do ensino médio a partir de uma sequência didática investigativa sobre gravitação, história da ciência e fenômenos relacionados à queda dos corpos. A pesquisa partiu da perspectiva de AC como instrumento de inclusão social, conforme defendido por Chassot (2003), para quem a ciência historicamente assumiu um caráter esotérico e distante do cotidiano dos estudantes. Para enfrentar esse distanciamento, o estudo adotou como referenciais analíticos os indicadores de AC propostos por Sasseron e Carvalho (2008; 2011), que incluem a compreensão de conceitos, estabelecimento de relações causais, uso da linguagem científica, construção de modelos explicativos, argumentação e compreensão da natureza da ciência. A metodologia consistiu na aplicação de seis questões envolvendo comparações entre explicações aristotélicas, galileanas e newtonianas; análise de situações hipotéticas (como viver sem gravidade); interpretação da Lei da Gravitação Universal; e explicações sobre queda de corpos no vácuo e no ar. As respostas dos estudantes foram analisadas qualitativamente, buscando identificar níveis distintos de compreensão conceitual e de desenvolvimento da argumentação científica. Os resultados indicaram que os alunos apresentaram diferentes níveis de AC. Identificou-se compreensão adequada da distinção entre explicações filosóficas e científicas ao comparar Aristóteles, Galileu e Newton, revelando entendimento da natureza histórica e evolutiva da ciência. Observou-se também que os estudantes foram capazes de aplicar conceitos de gravidade em situações hipotéticas, especialmente ao discutir cenários sem gravidade, demonstrando uso funcional do conhecimento. A questão referente à queda de corpos no vácuo e no ar apresentou o melhor desempenho conceitual, com explicações coerentes sobre resistência do ar e aceleração gravitacional. Por outro lado, dificuldades emergiram na interpretação da proporcionalidade matemática presente na Lei da Gravitação Universal e na compreensão da ação mútua entre Terra e Lua, revelando que a internalização dos conceitos ainda está em processo. A análise geral mostrou que, embora nem todos os estudantes tenham atingido plenamente os indicadores avançados de AC, houve manifestações consistentes de raciocínio causal, organização de informações, uso de linguagem científica e construção de explicações próprias, que, por sua vez são elementos fundamentais no desenvolvimento da AC. Conclui-se que a sequência

didática investigativa empregada buscou contribuir para aproximar os alunos da ciência de forma menos esotérica e mais acessível, alinhando-se à perspectiva de democratização do conhecimento científico. Recomenda-se, para estudos futuros, a ampliação das práticas argumentativas, o fortalecimento de atividades experimentais e a utilização de modelos que articulem fenômenos cotidianos e conceitos científicos.

Palavras-chave: Alfabetização Científica; Sequência Didática Investigativa; História da Ciências; Queda dos Corpos.

ABSTRACT

This study investigated the presence of scientific literacy (SL) statements among first-year high school students using an investigative teaching sequence on gravitation, the history of science, and characteristics related to falling bodies. The research started from the perspective of SL as an instrument of social inclusion, as defended by Chassot (2003), for whom science has historically inherited an esoteric character and is distant from the daily lives of students. To address this distance, the study used as analytical references the indicators of SL proposed by Sasseron and Carvalho (2008; 2011), which include the understanding of concepts, the establishment of causal relationships, the use of scientific language, the construction of explanatory models, argumentation, and understanding of the nature of science. The methodology consists of applying six questions involving comparisons between Aristotelian, Galilean, and Newtonian explanations; analysis of hypothetical situations (such as living without gravity); interpretation of the Law of Universal Gravitation; and answers about falling bodies in a vacuum cleaner and in the air. The students' responses were qualitatively assessed, seeking to identify different levels of conceptual understanding and development of scientific argumentation. The results indicated that the students achieved different levels of SL. Adequate understanding of the distinction between philosophical and scientific explanation was identified when comparing Aristotle, Galileo, and Newton, revealing an understanding of the historical and evolutionary nature of science. It should also be noted that the students were able to apply concepts of gravity in hypothetical situations, especially when discussing scenarios without gravity, demonstrating the functional use of knowledge. The question concerning the fall of bodies in a vacuum and in air showed the best conceptual performance, with fundamental emphasis on air resistance and gravitational attraction. On the other hand, weaknesses emerged in the interpretation of the mathematical proportionality present in the Law of Universal Gravitation and in the understanding of the mutual action between Earth and Moon, revealing that the internalization of concepts is still in process. The overall analysis showed that, although not all students achieved satisfactory results on the advanced indicators of SL, there were consistent demonstrations of causal reasoning, information organization, use of scientific language, and independent reflection, which, in turn, are fundamental elements in the development of SL. It is concluded that the investigative teaching sequence employed

sought to contribute to bringing students closer to science in a less esoteric and more accessible way, aligning with the perspective of democratizing scientific knowledge. For future studies, it is recommended to expand argumentative practices, strengthen experimental activities, and use models that articulate everyday characteristics and scientific concepts.

Keywords: Scientific Literacy; Investigative Teaching Sequence; History of Science; Falling Bodies.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	As respostas do 1º ano referente a primeira questão	43
Tabela 2 –	As respostas do 1º ano referente a segunda questão	44
Tabela 3 –	As respostas do 1º ano referente a terceira questão	45
Tabela 4 –	As respostas do 1º ano referente a quarta questão	46
Tabela 5 –	As respostas do 1º ano referente a quinta questão	47
Tabela 6 –	As respostas do 1º ano referente a sexta questão	48
Tabela 7 –	Todas as respostas do 1º ano referente a primeira questão	58
Tabela 8 –	Todas as respostas do 1º ano referente a segunda questão	58
Tabela 9 –	Todas as respostas do 1º ano referente a terceira questão	59
Tabela 10 –	Todas as respostas do 1º ano referente a quarta questão	60
Tabela 11 –	Todas as respostas do 1º ano referente a quinta questão	61
Tabela 12 –	Todas as respostas do 1º ano referente a sexta questão	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente
HC	História da Ciência
SD	Sequência Didática
SDI	Sequência Didática Investigativa
SL	Scientific Literacy

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	OBJETIVOS.....	17
1.1.1	Objetivo geral.....	17
1.1.2	Objetivo específico.....	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	18
2.2	INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E ABORDAGEM PEDAGÓGICA.....	20
2.3	INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM PESQUISA DE ENSINO DE FÍSICA.....	22
2.4	A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA E A MAÇÃ DE ISAAC NEWTON.....	25
2.5	ELEMENTOS DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA.....	29
3	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	32
3.1	LOCAL E PARTICIPANTES.....	33
3.2	PROCEDIMENTOS DA INVESTIGAÇÃO.....	34
3.2.1	Sequência Didática Investigativa Elaborada.....	34
3.2.2	O Papel do Professor-Pesquisador.....	35
3.3	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	36
3.3.1	Observações do Professor-Pesquisador.....	36
3.3.2	Registros Durante a Aula.....	36
4	DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	37
4.1	APLICAÇÃO EM SALA DE AULA.....	37
4.2	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	41
4.2.1	Análise da Atividade Qualitativa.....	43
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
	REFERÊNCIAS.....	54
	APÊNDICE A – TODAS AS TABELAS.....	58
	APÊNDICE B – SEQUÊNCIA DIDÁTICA ELABORADA.....	65

1 INTRODUÇÃO

Para o ensino de Física, a educação básica ainda enfrenta inúmeros desafios relacionados ao processo de aprendizagem dos estudantes. Entre eles, destaca-se a dificuldade em compreender os conceitos científicos de forma significativa, bem como em relacioná-los a situações concretas do cotidiano. Muitas vezes, o ensino permanece preso à memorização de fórmulas, sem permitir que os alunos desenvolvam competências relacionadas ao pensamento crítico, à argumentação científica e à tomada de decisões fundamentadas em evidências. Nesse contexto, a alfabetização científica (AC) surge como um objetivo essencial da educação científica contemporânea, pois visa à formação de cidadãos capazes de compreender, utilizar e questionar os conhecimentos científicos em diferentes esferas da vida social (Sasseron; Carvalho, 2011; Chassot, 2003).

Uma das estratégias que podem contribuir para esse processo é o uso da História da Ciência (HC) como recurso pedagógico, onde constitui uma estratégia poderosa para favorecer a AC. Matthews (1995) destaca que a HC, ao ser integrada ao ensino, humaniza os conteúdos, aproximando os estudantes do processo de construção do conhecimento científico e mostrando como as teorias surgem, evoluem e são transformadas. O episódio clássico da “maçã de Newton”, por exemplo, permite não apenas discutir a Lei da Gravitação Universal, mas também refletir sobre como a curiosidade, a observação e o pensamento crítico contribuíram para um marco na ciência moderna.

Por séculos, o fenômeno da queda dos corpos mobilizou a curiosidade humana, tornando-se objeto de questionamentos e investigações (Martins, 2006). Quando questionadas sobre qual objeto atinge o solo primeiro (um corpo mais pesado ou um mais leve), muitas pessoas ainda recorrem à explicação intuitiva de que o mais pesado cai mais rápido. Essa resposta, embora incorreta à luz da ciência, é compreensível, pois está em consonância com o que se observa no cotidiano, onde a resistência do ar interfere na velocidade de queda dos objetos. Essa discrepância entre o conhecimento cotidiano e a explicação científica constitui um desafio para o ensino de Ciências (Martins, 2005), especialmente quando se busca promover a AC.

A compreensão do fenômeno da queda dos corpos constitui um dos marcos fundamentais na História da Física, pois reflete o modo como o ser humano, em diferentes períodos, buscou interpretar a natureza a partir da observação e da razão.

Aristóteles (384-322 a.C.) foi o primeiro a propor uma explicação sistemática para o movimento dos corpos, vinculando-o à sua teoria dos quatro elementos — terra, água, ar e fogo. Na obra “Περὶ οὐρανοῦ”, traduzido para o latim “*De Caelo*”, o filósofo defende que o movimento natural de cada corpo resulta da busca pelo seu “lugar próprio”, de modo que os corpos pesados tenderiam a mover-se para o centro do universo (a Terra), enquanto os leves tenderiam para as regiões superiores.

Por quase dois milênios, a explicação aristotélica sobre a queda dos corpos predominou, sustentando uma visão geocêntrica e hierarquizada do universo. No século XVII, Galileu Galilei (1564-1642) refutou essa concepção ao demonstrar, por meio de experimentos com o pêndulo e planos inclinados, que a velocidade de um corpo em queda depende apenas da altura inicial e não de sua massa ou trajetória, revelando que o movimento dos corpos obedece a leis universais regidas pela gravidade. Conforme Júlio César Penereiro:

Também de fundamental importância foi a utilização que Galileo fez do pêndulo para comprovar experimentalmente uma hipótese em que baseara sua teoria do plano inclinado, extensamente desenvolvida na terceira jornada da obra *Discorsi*. Tratava-se da postulação de que o valor da velocidade adquirida por um móvel que, partindo do repouso, desliza sem atrito, pela ação da gravidade, ao longo de qualquer curva ou superfície, independe da forma da trajetória, sendo apenas função da ‘altura equivalente de queda’, isto é, da diferença de nível entre o ponto de partida e o de chegada. Por sinal, Galileo faz, ao longo de toda a terceira jornada, várias menções expressas a planos com diversas inclinações e arcos de círculos de vários raios. (Penereiro, 2010, p. 296)

O próprio Galileu Galilei descreve na segunda parte das *Due Nuove Scienze* (Duas Novas Ciências) as experiências repetidas que realizou com planos inclinados para verificar as leis da queda dos corpos (Galilei, 1638).

Posteriormente, Isaac Newton (1643-1727) ampliou a compreensão desse fenômeno ao formular a Lei da Gravitação Universal, explicando que todos os corpos se atraem mutuamente devido à gravidade e explicou a origem dela. Segundo a Commonwealth Secretariat:

Um dia, Newton estava sentado sob uma macieira em um jardim. Ele viu uma maçã caindo da árvore. Veio-lhe à mente que deveria haver alguma razão por trás da queda da maçã no chão e não indo para cima. Então, ele chegou à conclusão de que existe uma força exercida pela TERRA que puxa (atrai) todos os objetos para baixo em direção a ela. Mais tarde, ele chamou essa força de força da gravidade. (Commonwealth Secretariat, 1996, p. 26)

A anedota da maçã de Newton simboliza esse momento histórico em que a ciência superou explicações intuitivas e passou a oferecer modelos mais consistentes para compreender o mundo natural (Martins, 2006).

Essa trajetória histórica ilustra o caráter dinâmico e não linear da ciência, construída a partir de observações, hipóteses, experimentações e reformulações. Ao trazer esse contexto para a sala de aula, o professor oferece aos estudantes não apenas o acesso a conceitos físicos fundamentais, mas também a oportunidade de compreender a ciência como uma prática humana, histórica e social. Segundo Sasseron:

A alfabetização científica pode ser definida como o objetivo do ensino de ciências para a formação de pessoas que conheçam e reconheçam conceitos e ideias científicas, aspectos da natureza da ciência e relações entre as ciências, as tecnologias, a sociedade e o ambiente. (Sasseron, 2014, p. 5)

Nessa perspectiva, a AC torna-se essencial, pois pode possibilitar aos alunos desenvolverem a capacidade de questionar, investigar e argumentar criticamente, indo além da simples memorização de fórmulas ou definições.

Nesse sentido, a AC não se limita à memorização de fórmulas ou conceitos, mas envolve a formação de sujeitos capazes de interpretar fenômenos naturais, estabelecer relações entre ciência e cotidiano e compreender como a ciência se transforma ao longo da história. Trabalhar o tema da queda dos corpos e a narrativa da maçã de Newton pode possibilitar aos alunos refletirem sobre a natureza da ciência, percebendo que o conhecimento não é dado pronto, mas fruto de investigações, debates e superação de paradigmas.

Nesse sentido, Sasseron e Carvalho propõem sequências que visam introduzir os alunos no universo das Ciências:

Propomos então seqüências interdisciplinares no ensino de Ciências que objetivem introduzir os alunos no universo das Ciências, tendo, pois, como prerrogativa gerar possibilidades aos estudantes para que eles se envolvam com problemas e questões relacionados a fenômenos naturais. Com problemas investigativos e questões reflexivas, esperamos que os alunos tenham hipóteses e planos que auxiliem na resolução, bem como discutam sobre as idéias levantadas e outras questões controversas que possam surgir. (Sasseron e Carvalho, 2011, p. 339)

Nesse contexto, formulou-se a seguinte questão de pesquisa: “Quais impactos, na alfabetização científica em estudantes do 1º ano do Ensino Médio, de uma

sequência didática investigativa sobre a temática da queda dos corpos e a maçã de Newton?”

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Investigar os impactos de uma sequência didática investigativa, elaborada a partir do tema “Queda dos Corpos e a Maçã de Newton”, no processo de alfabetização científica de estudantes do 1º ano do Ensino Médio, articulando conceitos de Física com a História da Ciência e situações do cotidiano.

1.1.2 Objetivo Específico

Identificar concepções prévias dos alunos acerca do fenômeno da queda dos corpos e relacioná-las ao conhecimento cotidiano.

Analisar indícios de alfabetização científica a partir das produções, hipóteses e argumentações dos estudantes durante as atividades.

Refletir sobre as contribuições e os desafios da utilização da História da Ciência e das metodologias investigativas para o ensino de Física.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, são discutidos os fundamentos da alfabetização científica (AC), sua relevância para a formação de cidadãos críticos e sua relação com o ensino de Física. Aborda-se a utilização da História da Ciência como recurso pedagógico, destacando o episódio da “maçã de Newton” e a queda dos corpos como exemplos de como o conhecimento científico é construído e transformado ao longo do tempo. Por fim, considera-se a potencialidade das sequências didáticas investigativas como estratégia para favorecer a AC.

2.1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

A alfabetização científica é um conceito que surgiu no século XX, com o professor Paul Hurd, considerado o primeiro pesquisador a utilizar o termo “Scientific Literacy”. Esta expressão aparece no livro de sua autoria “Science Literacy: Its Meaning for American Schools” (Hurd 1958), publicado em 1958, e serve como referência aos pesquisadores da AC. Sendo uma das competências mais relevantes no contexto educacional contemporâneo, pois permite formar cidadãos capazes de compreender, analisar criticamente e participar de debates sobre ciência e tecnologia que impactam suas vidas e a sociedade (Sasseron e Carvalho, 2011).

Segundo Chassot (2003), a AC pode ser entendida como a capacidade de ler e interpretar o mundo por meio da ciência, superando o ensino pautado na simples memorização de conteúdo. Nesse sentido, promover a AC é fundamental para combater o analfabetismo funcional em ciências e possibilitar uma aprendizagem significativa, especialmente nas áreas de ciências naturais e matemática (Sasseron; Carvalho, 2011).

O conceito de AC se refere à capacidade de um indivíduo compreender, interpretar e utilizar conhecimentos científicos em diversos contextos da vida cotidiana. Isso não se restringe ao domínio de fatos específicos, mas inclui também a compreensão de como a ciência funciona, os métodos de investigação e a capacidade de avaliar informações científicas de forma crítica. Para Soares (2016) alfabetização é a aprendizagem do sistema de escrita alfabética, ou seja, a capacidade de decodificar e codificar a língua escrita. Envolvendo essencialmente o domínio da

tecnologia da escrita, ou seja, reconhecer letras, sílabas, sons, palavras, e ser capaz de escrever de forma compreensível.

Uma pessoa alfabetizada cientificamente é capaz de entender princípios e conceitos específicos, aplicar o processo de investigação, incluindo a formulação de hipóteses, realização de experimentos, coleta de dados e análise de resultados. Podendo assim, analisar e interpretar dados científicos, diferenciando entre informações baseadas em evidências sólidas e aquelas que não são senso comum. Paulo Freire destacou a importância da alfabetização como um processo de construção de significados e conexões entre o mundo vivido e a linguagem escrita:

A alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. É entender o que se lê e escrever o que se entende. (Freire, 1967, p.110)

Freire aponta também que:

Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto. Daí que o papel do educador seja fundamentalmente dialogar com o analfabeto, sobre situações concretas, oferecendo-lhe simplesmente os instrumentos com que ele se alfabetiza. (Freire, 1967, p.110)

Na mesma linha, Sasseron e Carvalho (2011) destacam que essa ideia de alfabetização pode ser utilizada alicerçada a ideia da AC. Ao aprender a ler e escrever, as pessoas são capazes de compreender melhor as estruturas sociais, políticas e culturais que as cercam. Elas podem analisar criticamente as informações, questionar ideias e conceitos, e participar de maneira mais ativa na sociedade. Para Freire, a alfabetização não se resume apenas à aquisição de habilidades básicas de leitura e escrita, mas sim a uma prática de libertação e conscientização.

De alguma maneira, porém, podemos ir mais longe e dizer que a leitura da palavra não é apenas precedida pela leitura do mundo, mas por uma certa forma de “escrevê-lo” ou de “reescrevê-lo”, quer dizer, de transformá-lo através de nossa prática consciente. Este movimento dinâmico é um dos aspectos centrais, para mim, do processo de alfabetização. (Freire, 1989, p. 13)

Evidencia-se então que, a alfabetização é um processo fundamental para o desenvolvimento humano, pois capacita as pessoas a pensarem de forma mais autônoma, crítica e reflexiva, permitindo-as construir conhecimento e transformar a realidade em que vivem. Portanto, ela é essencial para capacitar as pessoas a

tomarem decisões informadas em suas vidas diárias, compreenderem o mundo ao seu redor e participarem ativamente da sociedade moderna, onde o conhecimento científico desempenha um papel fundamental.

Para Sasseron e Carvalho (2011), na literatura nacional, encontram-se, autores que utilizam a expressão “letramento científico” (Mamede; Zimmermann, 2005; Santos; Mortimer, 2001), pesquisadores que adotam o termo “AC” (Auler; Delizoicov, 2001; Chassot, 2003; Lorenzetti; Delizoicov, 2001).

Alguns autores têm preferência pelo termo “letramento científico”, definindo-o como sendo o “resultado da ação de ensinar ou aprender a ler e escrever: estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita” (Soares, 2009, p. 18).

Outros autores que adotam o termo “AC” defendem que:

Deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca. (Sasseron e Carvalho, 2011, p.61)

Evidencia-se que, a AC é um processo cognitivo e conceitual, ligado ao pensamento científico (Sasseron; Carvalho, 2011) já o letramento científico enfatiza práticas sociais, discursivas e culturais da ciência (Mamede; Zimmermann, 2005; Santos; Mortimer, 2001).

2.2 INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E ABORDAGEM PEDAGÓGICA

Para alcançar uma sociedade alfabetizada cientificamente é crucial implementar estratégias que promovam a compreensão e a apreciação da ciência em diversos setores. Três dimensões fundamentais da alfabetização científica (AC) foram propostas por Miller (1983): a familiaridade com termos e conceitos científicos essenciais, a compreensão das normas e métodos da ciência, e o entendimento do impacto da tecnologia e da ciência na sociedade.

Miller (1983) também destaca que, para um aluno alcançar a AC, é crucial não apenas possuir conhecimento, mas também compreender e entender, possibilitando a aplicação efetiva desses conhecimentos na sociedade. Diversos autores apontam indicadores que permitem identificar o desenvolvimento da AC, sendo eles

fundamentais para orientar práticas pedagógicas que visem à formação de cidadãos críticos e conscientes.

De acordo com Sasseron e Carvalho (2008, 2011), alguns dos principais indicadores de AC são: (i) a compreensão de conceitos, termos e explicações científicas; (ii) o entendimento da natureza da ciência e de seu caráter histórico, provisório e socialmente situado; (iii) a capacidade de relacionar ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA), reconhecendo suas implicações; (iv) o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como interpretação de dados, elaboração de hipóteses e argumentação; e (v) a autonomia para tomar decisões fundamentadas em conhecimentos científicos. Tais indicadores permitem que o ensino de ciências ultrapasse o caráter enciclopédico e se torne formador de sujeitos capazes de analisar criticamente as informações que circulam no mundo contemporâneo.

Segundo Sasseron e Carvalho:

Em nossa visão, para o início do processo de Alfabetização Científica é importante que os alunos travem contato e conhecimento de habilidades legitimamente associadas ao trabalho do cientista. As habilidades a que nos referimos também devem cooperar em nossas observações e análise de episódios em sala de aula para elucidar o modo como um aluno reage e age quando se depara com algum problema durante as discussões. Acreditamos existir alguns indicadores de que estas habilidades estão sendo trabalhadas e desenvolvidas entre os alunos, ou seja, alguns indicadores da Alfabetização Científica, que devem ser encontrados durante as aulas de Ciências e que podem nos fornecer evidências se o processo de Alfabetização Científica está se desenvolvendo entre estes alunos. (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 337-338)

Nesse contexto, a abordagem pedagógica para o desenvolvimento da AC deve privilegiar metodologias ativas e investigativas, nas quais o estudante seja protagonista do processo de aprendizagem. O ensino por investigação constitui uma estratégia central, pois estimula a formulação de hipóteses, a análise de dados e a elaboração de conclusões, aproximando a ciência escolar da prática científica real Carvalho (2013).

Além disso, a contextualização dos conteúdos e a interdisciplinaridade são essenciais, uma vez que permitem relacionar o conhecimento científico a situações do cotidiano e a outras áreas do saber. A abordagem CTSA, por sua vez, reforça a dimensão social e ambiental da ciência, possibilitando a reflexão crítica sobre os

impactos das descobertas científicas e tecnológicas na sociedade Sasseron e Carvalho (2008, 2011).

No diálogo entre saberes "tradicionais" e científicos, Paulo Freire destaca a importância de uma abordagem dialógica e participativa, na qual os conhecimentos locais e culturais dos alunos são valorizados e integrados ao conteúdo científico (Freire, 1996). Freire acredita que a educação deve partir da realidade dos estudantes e incorporar suas experiências de vida, promovendo assim uma aprendizagem significativa e contextualizada.

Nesse sentido, Freire (1996) propõe uma pedagogia que reconheça e respeite os saberes prévios dos alunos, criando espaços de diálogo nos quais diferentes perspectivas possam ser compartilhadas e debatidas. Ele argumenta que essa abordagem não apenas enriquece o processo de ensino e aprendizagem, mas também fortalece a identidade cultural dos estudantes e os capacita a transformar sua realidade.

Portanto, os indicadores de alfabetização científica fornecem subsídios para avaliar o progresso dos estudantes em relação ao domínio da ciência, enquanto as abordagens pedagógicas investigativas, contextualizadas e interdisciplinares representam caminhos eficazes para promover uma aprendizagem significativa. A conjugação desses elementos fortalece a formação de indivíduos críticos, capazes de utilizar o conhecimento científico em diferentes esferas da vida social e de participar ativamente das discussões que envolvem ciência e tecnologia na sociedade contemporânea.

2.3 INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM PESQUISAS DE ENSINO DE FÍSICA

Nas últimas décadas, diferentes estudos em ensino de Ciências e de Física têm adotado os indicadores de alfabetização científica (AC) como ferramenta de análise para compreender os modos pelos quais os estudantes constroem significados, argumentam e se apropriam do conhecimento científico. Esses indicadores, inicialmente sistematizados por Sasseron e Carvalho (2008, 2011), permitem ao pesquisador identificar evidências de AC em diferentes níveis e contextos escolares, considerando tanto dimensões cognitivas quanto atitudinais.

Segundo Pizarro (2015), os indicadores de AC podem ser operacionalizados em categorias observáveis, como a identificação de padrões a partir de dados, a formulação e validação de hipóteses, a comunicação e argumentação científica e a reflexão sobre implicações sociais e ambientais. Esses elementos possibilitam avaliar a aprendizagem de forma processual, indo além da mera memorização de conceitos. A autora destaca ainda que tais indicadores são essenciais para que o ensino de Física promova o pensamento crítico e o raciocínio investigativo dos estudantes.

Pesquisas empíricas que utilizam esses indicadores, como a de Silva (2020), evidenciam que atividades investigativas estruturadas em sequências didáticas favorecem o desenvolvimento da AC, sobretudo em dimensões como compreensão conceitual e comunicação científica. No entanto, a autora observa que os indicadores relacionados à argumentação e à natureza da ciência ainda aparecem de forma menos expressiva, o que reforça a necessidade de intervenções pedagógicas que estimulem a reflexão crítica e o uso de evidências na construção de explicações.

Resultados semelhantes a pesquisa de Silva foram obtidos por Dobler (2021), ao avaliar estudantes concluintes do ensino médio, mostrando que, embora a maioria demonstre domínio básico de conceitos científicos, poucos alcançam níveis mais amplos de alfabetização que integrem os aspectos conceituais e epistemológicos, tal como a ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

A pesquisa desenvolvida por Carvalho, Baraúna Magno e Perez (2022) teve como objetivo analisar o desenvolvimento dos indicadores de AC em uma turma universitária de Laboratório de Física Básica I, com enfoque em atividades investigativas. Por meio de observações de aula, registros escritos e análise dos relatórios produzidos pelos estudantes, os autores buscaram identificar quais indicadores eram evidenciados durante o processo. Os resultados revelaram que o uso de atividades práticas e investigativas favoreceu a manifestação de indicadores como observação, registro e tratamento de dados, comunicação e formulação de hipóteses.

Contudo, a pesquisa de Carvalho, Baraúna Magno e Perez (2022) também apontou que a argumentação científica estruturada e a capacidade de relacionar o conhecimento físico com dimensões sociais e tecnológicas ainda se mostraram incipientes. Os autores concluem que o laboratório, quando orientado por uma perspectiva investigativa, é um espaço privilegiado para o desenvolvimento da

alfabetização científica, desde que o professor atue de forma intencional na mediação das discussões e na promoção do pensamento crítico.

Outros estudos, como o de Moura e Silva (2021) investigou o ensino de Física por meio da abordagem investigativa, tendo como foco a construção do conhecimento sobre a aceleração da gravidade em ambiente escolar. Os autores desenvolveram uma sequência de ensino investigativa que envolvia a realização de experimentos, análise de dados e discussões coletivas, priorizando o papel ativo do estudante no processo de aprendizagem.

A pesquisa de Moura e Silva (2021) mostrou que o uso do ensino por investigação promoveu maior participação e engajamento dos alunos, permitindo-lhes elaborar hipóteses, observar fenômenos e construir explicações próprias para o comportamento dos corpos em queda. Apesar dos avanços conceituais e do desenvolvimento de algumas habilidades associadas à AC, como a observação e o raciocínio experimental, o estudo constatou que as dimensões mais complexas, na qual cita-se a argumentação baseada em evidências e a articulação com aspectos ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, ainda exigem maior estímulo e mediação docente (Moura; Silva, 2021).

Na pesquisa conduzida por Borges (2023), o foco foi compreender como as atividades de ensino por investigação no campo da Astronomia podem favorecer o desenvolvimento de indicadores de AC em estudantes dos anos finais do ensino fundamental. A autora elaborou e aplicou uma sequência didática que explorava temas como o movimento dos astros, fases da Lua e fenômenos celestes, utilizando estratégias como observação, experimentação e discussão em grupo. A análise das produções orais e escritas dos alunos revelou o surgimento de indicadores cognitivos e atitudinais de AC, especialmente a formulação de hipóteses, a argumentação e a reflexão crítica sobre as relações entre ciências, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA).

O estudo de Borges (2023) também evidenciou que o ensino por investigação em Astronomia desperta um forte engajamento dos estudantes, pois estimula a curiosidade natural e cria oportunidades para discutir concepções alternativas, como o terraplanismo, de forma fundamentada. Borges conclui que a temática astronômica é um contexto fértil para promover o pensamento científico e fortalecer os três eixos estruturantes da AC: compreensão de conceitos, natureza da ciência e relações CTSA.

De modo geral, as pesquisas convergem ao apontar que o uso de sequência didática ou sequência didática investigativa, aliado à análise de produções orais e escritas, tem se mostrado eficaz para promover e identificar indicadores de AC no ensino de Física. Entretanto, persistem desafios relacionados à promoção da argumentação fundamentada em evidências e à integração entre conceitos científicos e discussões CTSA. Tais resultados reforçam a importância de práticas que articulem investigação, experimentação e diálogo, permitindo que o estudante compreenda a ciência como um processo humano, histórico e em constante construção.

2.4 A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA E A MAÇÃ DE ISAAC NEWTON

Paul Hurd afirma que a AC envolve ainda a “produção e utilização da ciência na vida do homem” (Hurd, 1998, p.16), e provoca “mudanças revolucionárias na ciência com dimensões na democracia, no progresso social e nas necessidades de adaptação do ser humano” (Hurd, 1998, p.16). No mais, a alfabetização científica (AC) vai além do mero conhecimento factual e busca desenvolver a capacidade de pensamento crítico, investigação, resolução de problemas e apreciação ética das questões científicas. Essa abordagem visa equipar as pessoas com as ferramentas necessárias para compreender o papel da ciência na sociedade, avaliar informações científicas e participar de debates relacionados a questões científicas e tecnológicas.

Segundo Chassot (2003), a AC deve ser entendida como uma forma de linguagem que possibilite aos estudantes interpretar e transformar o mundo. O autor ressalta que:

A elaboração dessa explicação do mundo natural – diria que isso é fazer ciência, como elaboração de um conjunto de conhecimentos metodicamente adquirido – é descrever a natureza numa linguagem dita científica. Propiciar o entendimento ou a leitura dessa linguagem é fazer alfabetização científica. (Chassot, 2003, p.93)

Chassot também denuncia o caráter esotérico atribuído historicamente à ciência, restrita a um grupo seleto de especialistas, o que gera uma barreira para o acesso dos estudantes: “usualmente, conhecer a ciência é assunto quase vedado àqueles que não pertencem a essa esotérica comunidade científica” (Chassot, 2003, p.94). Nesse sentido, superar o caráter elitista apontado por Chassot implica criar

condições para que estudantes se apropriem dos conhecimentos científicos por meio de processos argumentativos, da construção de explicações e da formulação de hipótese.

Além disso, ao enfatizar que a ciência deve ser compreendida como uma prática social, histórica e cultural, Sasseron e Carvalho (2011) reforçam a necessidade de que o ensino promova a aproximação entre o estudante e a atividade científica. Isso envolve trabalhar indicadores como o estabelecimento de relações causais, a organização e classificação de informações, o uso da linguagem científica, e a compreensão da natureza da ciência. Assim, a AC, ao promover o desenvolvimento dessas habilidades, pode contribuir diretamente para que a ciência deixe de ser percebida como um campo esotérico e passe a ser entendida como um conhecimento público, democrático e relevante para a vida cotidiana dos estudantes.

Essa concepção é particularmente relevante quando é pensado na utilização da História da Ciência (HC) como estratégia didática, como no caso da narrativa da maçã de Newton e da queda dos corpos. Transformar a famosa anedota em objeto de reflexão científica é um exemplo de como a ciência pode ser aproximada da realidade dos alunos. Ao propor que os estudantes reflitam sobre por que todos os corpos caem com a mesma aceleração e como Newton formulou sua lei da gravitação universal, o professor não apenas transmite conceitos de física, mas cria oportunidades de AC.

Para Carvalho (2013) a HC pode ser utilizada para trabalhar atividades de contextualização social.

Nos últimos anos do nível Fundamental e Médio, as atividades de contextualização social do conhecimento ou de aprofundamento podem ser feitas com textos de História das Ciências. Esses são muito ricos, pois iniciam os alunos às ideias e aos processos aplicados pelos cientistas. Como quase sempre a Ciência ensinada na escola está defasada em séculos da Ciência produzida na atualidade, tais textos históricos dão margem a discussões que relacionam Ciência e desenvolvimento social. Entretanto, assim como nos textos organizados para o Fundamental I, estes devem ser planejados aliados a questões que deverão dar suporte para que os alunos discutam o texto em grupos pequenos antes que a discussão seja dirigida pelo professor. (Carvalho, 2013, p.22)

A reconstrução histórica da compreensão da queda dos corpos, trazendo desde as concepções aristotélicas até a formulação newtoniana, na qual constitui uma oportunidade valiosa para o ensino de Física, sobretudo quando articulada à AC. De

acordo com Martins (2006), o uso da HC no ensino permite aproximar os estudantes do processo real de construção do conhecimento, evidenciando que a ciência não surge pronta, mas é fruto de observações, debates e reformulações ao longo do tempo.

Nesse sentido, trabalhar o tema da gravidade a partir da narrativa da “maçã de Newton” ou da refutação galileana à física aristotélica possibilita desenvolver nos alunos habilidades investigativas e argumentativas, como defendem Sasseron e Carvalho (2011). Ao refletirem sobre perguntas como “Por que os objetos caem?” ou “A gravidade age da mesma forma na Lua e na Terra?”, os estudantes exercitam práticas científicas como observar, levantar hipóteses, testar explicações e discutir resultados, o que pode favorecer a construção de significados e o desenvolvimento dos três eixos estruturantes da AC: compreensão de conceitos científicos, entendimento da natureza da ciência e percepção das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Assim, a HC não apenas pode enriquecer o conteúdo físico, mas também humanizar o ensino, tornando a ciência mais próxima, crítica e contextualizada.

O exemplo clássico citado sobre narrativa da maçã de Newton, ainda que envolva em certo caráter mítico, a história representa um marco na compreensão da gravitação universal. Martins (2006) argumenta que, embora a anedota da maçã seja historicamente problemática, ela tem grande valor pedagógico: funciona como metáfora para a origem de questionamentos científicos e aproxima os alunos do processo de investigação. Segundo a anedota, Newton, ao observar a queda de um fruto, teria refletido sobre o mesmo princípio físico que rege tanto o movimento de corpos próximos à superfície da Terra quanto o movimento dos astros. Essa conexão entre o cotidiano e o cosmos fornece um ponto de partida poderoso para introduzir conceitos como gravidade, queda livre e forças da natureza.

Segundo Martins (2006), a utilização da HC no ensino contribui para aproximar os estudantes do processo real de construção do conhecimento, mostrando que a ciência não surge pronta e acabada, mas é fruto de observações, questionamentos e reformulações. Assim, a narrativa da maçã de Newton não deve ser vista apenas como uma anedota, mas como ponto de partida para trabalhar conceitos de queda livre, gravidade e forças da natureza, além de estimular a AC.

A utilização da metáfora da maçã possibilita introduzir, de forma lúdica, os conceitos de queda livre, aceleração gravitacional e gravitação universal, explorando

perguntas como: “Por que os objetos caem? Eles caem todos do mesmo jeito? O que Newton pensou ao ver a maçã cair?” Ao refletirem sobre essas questões, mesmo alunos dos anos iniciais começam a perceber a ciência como uma forma de interpretar e explicar o mundo natural, podendo desenvolver, assim, indicadores de alfabetização científica (Sasseron; Carvalho, 2011).

Introduzir anedotas e narrativas históricas, como essa da maçã de Newton, no ensino de ciências, constitui uma prática recorrente entre os professores, uma vez que essas histórias despertam curiosidade e aproximam o conteúdo científico da experiência humana (Martins, 2006). Além disso, ao trazer a história da maçã de Newton, o professor evidencia que a ciência é também uma construção cultural e histórica, marcada por tentativas, erros e reformulações. Isso aproxima os estudantes do fazer científico e combate a visão da ciência como conhecimento acabado, promovendo uma postura mais crítica e investigativa.

Ao trabalhar a AC com experimentos de queda dos corpos, a partir da temática da queda livre e da maçã de Newton possibilita unir experimentação simples, narrativa histórica e reflexão crítica. Essa abordagem fortalece a ideia de que a ciência deve ser compreendida como linguagem de leitura do mundo (Chassot, 2003), capaz de ampliar a visão dos alunos sobre os fenômenos cotidianos e despertar neles a capacidade de pensar cientificamente desde cedo.

Para Sasseron e Carvalho (2011), a AC na educação básica deve ser compreendida também a partir de três eixos estruturantes: a compreensão de conceitos e explicações científicas, a compreensão da natureza da ciência e dos processos de investigação e o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Ao trabalhar o tema da queda dos corpos, articulado à narrativa histórica da maçã de Newton, é possível contemplar esses três eixos.

O primeiro manifesta-se na apropriação dos conceitos de gravidade e aceleração dos corpos em queda; o segundo, na análise do processo histórico de formulação das ideias de Aristóteles, Galileu e Newton, mostrando que o conhecimento científico é fruto de debates e reformulações; e o terceiro, nas conexões entre a gravitação universal e suas aplicações tecnológicas e sociais, como a exploração espacial e a compreensão dos movimentos planetários, que isso de fatores que vai além de trabalhar com a anedota da maçã de Newton, na qual também, depende da condução do professor e da sequência didática utilizada. Dessa forma, essa temática pode contribuir para o desenvolvimento integral da alfabetização

científica, possibilitando que os estudantes não apenas compreendam fenômenos físicos, mas também percebam a ciência como construção humana e cultural, com implicações diretas em seu cotidiano.

2.5 ELEMENTOS DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA

A Sequência Didática (SD) pode ser entendida como uma forma de organização pedagógica estruturada em etapas progressivas, cujo objetivo é orientar o processo de ensino e aprendizagem em torno de um tema específico. Nessa perspectiva, Zabala (1998) define a SD como um conjunto de atividades articuladas que permitem ao estudante avançar de forma gradual rumo ao domínio de determinados conhecimentos. Nesse modelo, o professor assume o papel de mediador responsável pela seleção dos conteúdos, definição dos objetivos e escolha das estratégias metodológicas que melhor favoreçam a compreensão dos alunos.

Os principais elementos de uma SD incluem a definição do tema, a elaboração de objetivos claros e mensuráveis, a justificativa que explica a relevância da proposta, o perfil dos estudantes envolvidos, a previsão de tempo e recursos didáticos, além do planejamento detalhado das atividades a serem desenvolvidas. Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004) destacam que uma SD deve ser concebida em etapas progressivas, oferecendo ao aluno condições para mobilizar saberes prévios, enfrentar novas tarefas e consolidar aprendizagens. Esse planejamento costuma ser organizado em três momentos fundamentais: abertura, desenvolvimento e fechamento. Na abertura, busca-se despertar o interesse e ativar os conhecimentos prévios dos alunos; no desenvolvimento, ocorre a abordagem central do conteúdo, seja por meio de aulas expositivas, exercícios, leituras, vídeos ou práticas experimentais; e, no fechamento, sistematizam-se os conceitos trabalhados, reforçando a aprendizagem de forma clara e objetiva.

A avaliação em uma SD tradicional não só pode ser planejada para verificar a assimilação dos conteúdos, como também pode incluir conteúdos procedimentais e atitudinais, podendo assumir diferentes formatos, como provas, relatórios, produções escritas ou orais, além da observação da participação dos alunos. Assim, conforme defendem Zabala (1998) e Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), a SD constitui um

recurso de planejamento eficaz, que organiza o ensino de forma progressiva, coerente e orientada por objetivos, favorecendo a aprendizagem significativa dos estudantes.

A distinção entre uma sequência didática tradicional e uma sequência didática investigativa (SDI) fundamenta-se nos pressupostos do ensino por investigação, conforme discutido por Carvalho (2013) e Sasseron e Carvalho (2008; 2011), em contraste com concepções mais gerais de sequência didática, como as apresentadas por Zabala (1998). Esse modelo de SDI parte do pressuposto de que aprender ciência não se limita à memorização de conceitos, mas envolve compreender como o conhecimento científico é produzido, testado e validado. Segundo Carvalho (2013), há um foco maior na problematização, experimentação e argumentação, colocando o estudante no centro do processo de investigação.

O ponto de partida da SDI é a problematização de uma situação real ou de uma questão instigante, capaz de despertar a curiosidade dos alunos e mobilizar seus conhecimentos prévios. Em seguida, cria-se espaço para que os estudantes formulem suas hipóteses iniciais, explicitando o que acreditam ser a explicação do fenômeno. A partir daí, sob orientação do professor, a turma planeja e executa atividades investigativas, como experimentos práticos, análise de dados, simulações computacionais, leituras orientadas ou debates em grupo. O momento central da proposta é a coleta e análise dos dados, que permite confrontar hipóteses com evidências, em consonância com o que destacam Sasseron e Carvalho (2008) sobre a importância da argumentação científica no ensino.

Na etapa seguinte, promove-se a discussão coletiva, na qual os alunos argumentam, comparam suas respostas iniciais com os resultados obtidos e refinam suas explicações. O professor atua como mediador, ajudando a guiar o raciocínio para a compreensão científica adequada. A sistematização final consiste na apresentação clara da explicação científica, conectando as descobertas dos alunos ao conhecimento consolidado pela ciência.

A avaliação, nesse modelo, é processual e contínua, valorizando a participação, a qualidade das hipóteses levantadas, a capacidade de argumentação, a cooperação entre os colegas e a evolução do pensamento dos estudantes ao longo das atividades. Dessa forma, a SDI não apenas pode ensinar conteúdos, mas também promover competências essenciais, como o pensamento crítico, a autonomia intelectual e a compreensão da ciência como um processo humano, dinâmico e em constante construção.

Ao trabalhar o tema da queda dos corpos e a maçã de Newton em uma SDI, é possível mobilizar tanto aspectos históricos quanto experimentais. Por exemplo, propor que os estudantes investiguem a queda de diferentes objetos, discutam hipóteses sobre a influência da massa e confrontem suas ideias com a teoria de Newton, permite vivenciar a prática científica em sala de aula.

Já a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca a necessidade de os professores desenvolverem práticas pedagógicas que favoreçam a interdisciplinaridade, estimulando os estudantes a estabelecerem conexões entre os diferentes campos do conhecimento (Brasil, 2018). Promover a interdisciplinaridade, integrando conceitos científicos com outras disciplinas, como matemática, linguagem e artes. Isso proporciona uma compreensão mais ampla e contextualizada.

É notável que a interdisciplinaridade busca transcender as fronteiras tradicionais entre as disciplinas, reconhecendo que o conhecimento se constrói de forma articulada. Ao integrar conceitos científicos com outras áreas do conhecimento, os alunos desenvolvem uma compreensão mais profunda do mundo. No documento da BNCC para o Ensino Médio, é enfatizado que os componentes curriculares devem ser integrados de maneira a promover a interdisciplinaridade e a transversalidade dos conteúdos, possibilitando uma aprendizagem mais significativa e contextualizada (Brasil, 2018). Para o Ensino Médio, é possível apoiar a interdisciplinaridade para vários conteúdos, articulando os mesmos em várias disciplinas da grade curricular.

Nota-se também que, a interdisciplinaridade reconhece a riqueza de perspectivas diversas e busca envolver escolas, professores e alunos no esforço coletivo de superar limitações unidisciplinares para uma compreensão holística. Além disso, a BNCC ressalta que a interdisciplinaridade contribui para a formação integral dos estudantes, promovendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas, socioemocionais e éticas necessárias para a vida em sociedade (Brasil, 2018).

Portanto, uma SDI que articula História da Ciência, experimentação e problematização em torno do tema da queda dos corpos pode ter potencial para promover uma aprendizagem significativa, permitindo que os alunos desenvolvam competências investigativas, argumentativas e críticas, ao mesmo tempo em que se apropriam de conceitos fundamentais da física. Por meio da história da maçã de Newton e da investigação sobre a queda dos corpos, é possível aproximar os alunos do modo como a ciência realmente funciona, estimulando a curiosidade, a crítica e o raciocínio científico.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este estudo foi desenvolvido com base em uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva quanto aos objetivos, onde teve como finalidade a realização de um estudo voltado à compreensão do papel da alfabetização científica (AC) no ensino de Física. Nesse contexto, formulou-se a seguinte questão de pesquisa: “Quais impactos, na alfabetização científica em estudantes do 1º ano do Ensino Médio, de uma sequência didática investigativa sobre a temática da queda dos corpos e a maçã de Newton?”.

Na abordagem qualitativa, o estudo foi apoiado nos estudos de Godoy (1995, p. 58) “num estudo quantitativo o pesquisador conduz seu trabalho a partir de um plano estabelecido a priori, com hipóteses claramente especificadas e variáveis operacionalmente definidas”. Godoy destaca também que:

a pesquisa qualitativa não procura enumerar e/ ou medir os eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico na análise dos dados. Parte de questões ou focos de interesses amplos, que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve. Envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo. (Godoy, 1995, p. 58)

O presente estudo também se caracteriza como exploratório quanto aos objetivos, pois busca desenvolver e esclarecer conceitos relacionados à AC e ao ensino de Física. Segundo Gil (2002), a pesquisa exploratória tem como finalidade proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito e permitindo a formulação de hipóteses e estratégias de intervenção. Já a descritiva, conforme Nascimento (2016, p. 4) “Buscam a descrição de características de populações ou fenômenos e de correlação entre variáveis. São apropriadas a levantamentos.”

Quanto ao procedimento, a pesquisa configura-se como uma pesquisa de levantamento. Para Fonseca:

Particularmente utilizado em estudos exploratórios e descritivos, o levantamento pode ser de dois tipos: levantamento de uma amostra ou levantamento de uma população (também designado de Censo). (Fonseca, 2002, p. 33)

Na mesma linha Nascimento defende que:

É a pesquisa realizada para conhecimento e descrição de comportamentos e de características de indivíduos por meio de perguntas diretamente aos próprios indivíduos. É caracterizada pelo questionamento direto aos indivíduos cujo comportamento se deseja conhecer. Geralmente não se entrevistam todos os indivíduos, apenas uma amostra significativa. O que determina o tamanho da amostra é o tratamento estatístico que será aplicado. O censo é um exemplo de levantamento. (Nascimento, 2016, p. 7)

Quanto a natureza da pesquisa, caracteriza-se como aplicada, uma vez que a sequência didática foi elaborada e utilizada no contexto educacional com vistas a subsidiar a prática pedagógica e contribuir para a compreensão do processo de alfabetização científica. Conforme Nascimento:

A pesquisa aplicada é dedicada à geração de conhecimento para solução de problemas específicos, é dirigida à busca da verdade para determinada aplicação prática em situação particular. Por exemplo, estudar o efeito dos estilos de liderança no clima organizacional em certa empresa para melhorar as relações interpessoais no ambiente de trabalho. Pode ser chamada também de proposição de planos, pois busca apresentar soluções para determinadas questões organizacionais. (Nascimento, 2016, p.2)

3.1 LOCAL E PARTICIPANTES

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública de Ensino Médio da rede estadual, localizada em uma cidade do Agreste Pernambucano. O estudo foi realizado na data 25/09/2025 em uma turma do 1º ano do Ensino Médio, composta por aproximadamente 30 estudantes, com idades variando entre 14 e 16 anos.

Os estudantes apresentam perfis heterogêneos por diferentes fatores em relação ao domínio de conceitos científicos básicos, fator comum em turmas de início do Ensino Médio, que recebem alunos provenientes de diferentes escolas do Ensino Fundamental. Essa diversidade, embora represente um desafio para o professor, também se configura como uma oportunidade de observar de forma mais ampla como uma sequência didática investigativa (SDI) pode impactar alunos com distintos níveis de conhecimento prévio.

A escolha dessa turma justifica-se pela relevância curricular do tema abordado. A (Brasil, 2018) estabelece, no componente de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que os estudantes do Ensino Médio devem desenvolver competências

relacionadas à interpretação e explicação de fenômenos físicos, articulando experimentação, modelagem e compreensão História da Ciência (HC). Entre os objetos de conhecimento previstos, destacam-se a gravitação universal e os movimentos de corpos em situações de queda, diretamente associados à proposta desta pesquisa.

Além disso, a etapa do 1º ano do Ensino Médio representa um momento crucial na formação científica dos estudantes, pois corresponde ao início da sistematização de conceitos de Física de forma mais aprofundada. É nesse período que muitos alunos têm o primeiro contato formal com conteúdo estruturado de Mecânica, o que torna pertinente a introdução de estratégias pedagógicas que privilegiem a investigação, a HC e a AC.

3.2 PROCEDIMENTOS DA INVESTIGAÇÃO

A investigação consistiu na elaboração, aplicação e análise de uma SDI, estruturada em três etapas principais e fundamentada nos pressupostos da AC e da HC.

3.2.1 Sequência Didática Investigativa Elaborada

A SDI (completa em apêndice) foi estruturada em duas aulas interligadas, fundamentadas em metodologias ativas e na abordagem investigativa, com o objetivo de aproximar os estudantes da natureza da ciência e do processo histórico de construção do conhecimento físico. A primeira aula, intitulada “A História da Maçã e a Concepção da Gravidade”, teve como foco a contextualização histórica da formulação da Lei da Gravitação Universal, partindo do famoso episódio da maçã de Newton. Já a segunda aula, “Experimento de Queda dos Corpos”, buscou promover a observação empírica e o raciocínio científico por meio de atividades práticas e questionamentos.

A proposta de ensino contemplou os princípios de problematização, experimentação e argumentação, conforme indicam Sasseron e Carvalho (2011), ao sugerirem que a AC se manifesta quando os alunos são capazes de mobilizar raciocínio científico, construir explicações e compreender a ciência como atividade humana e histórica. Assim, a SDI integrou a HC, por meio da contextualização entre Aristóteles, Galileu e Newton, e a prática experimental, utilizando materiais simples

(como bolas, livros, folhas, dentre outros) para investigar o comportamento da gravidade em diferentes situações.

Essa organização promoveu um aprendizado dinâmico, centrado na curiosidade, na observação e no diálogo. A problematização inicial (“Por que as coisas caem?”) favoreceu a mobilização de concepções prévias, permitindo que os alunos participassem ativamente da construção do conhecimento. A transição entre o pensamento aristotélico e a explicação galileana foi explorada de modo a mostrar que o conhecimento científico é fruto de rupturas, superações e novas interpretações.

Outro aspecto relevante é a valorização das diferentes linguagens científicas, como gráficos, tabelas, esquemas, experimentos e produções discursivas (orais e escritas), que podem contribuir para o desenvolvimento da capacidade de argumentar e comunicar ideias de maneira clara. Assim, a AC deve ser compreendida não apenas como um processo de aquisição de conteúdo, mas como uma prática de linguagem e de formação cidadã.

Na mesma linha, Carvalho (2013) apresenta que o que se propõe é criar um ambiente investigativo nas salas de aula de ciências:

O que se propõe é muito mais simples - queremos criar um ambiente investigativo em salas de aula de Ciências de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica. (Carvalho, 2013, p. 14)

O ensino de Ciências por investigação pode favorecer a construção ativa do conhecimento, permitindo que o aluno aprenda a explicar, validar e comunicar fenômenos científicos de forma crítica e colaborativa. Além disso, pode favorecer também a validação das próprias explicações e o desenvolvimento da capacidade de argumentar e justificar conclusões.

3.2.2 O Papel do Professor-Pesquisador

A condução da SDI foi realizada pelo professor-pesquisador, que assumiu um papel de mediador do processo de ensino-aprendizagem. Mais do que transmissor de conteúdo, o professor buscou criar situações de problematização, incentivar a formulação de hipóteses e favorecer a socialização das ideias dos estudantes.

O professor-pesquisador também atuou como observador sistemático, registrando as interações em sala, as respostas escritas e os relatos orais produzidos pelos alunos. Esses registros constituíram dados essenciais para a análise, uma vez que permitiram identificar indícios de AC segundo os indicadores propostos por Sasseron e Carvalho (2011). Sua atuação foi, portanto, dupla: de um lado, garantiu o desenvolvimento pedagógico da SDI; de outro, assegurou a coleta de dados necessária para a pesquisa, sempre respeitando os princípios éticos e pedagógicos do ambiente escolar.

3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para a análise dos impactos da SDI na promoção da AC, foram utilizados múltiplos instrumentos de coleta de dados, permitindo uma visão mais ampla e consistente do processo de ensino e de aprendizagem.

3.3.1 Observações do Professor-Pesquisador

O professor-pesquisador observou as interações ocorridas durante as aulas, em especial os momentos de debate, dúvidas e hipóteses levantadas pelos estudantes durante a aula e durante o experimento. Esse instrumento foi um complemento para compreender aspectos não captados pelas produções escritas, como a postura investigativa e a participação nas discussões.

3.3.2 Registros Durante a Aula

Algumas interações em sala, especialmente nos momentos de socialização dos resultados, foram registradas por meio de transcrições parciais. Esses dados complementam a análise, permitindo observar como os estudantes se expressam oralmente, a clareza de suas argumentações e a apropriação de termos científicos.

Foi aplicada uma atividade qualitativa (em apêndice) ao longo da SDI, nas quais os estudantes registraram suas hipóteses, explicações e conclusões sobre a gravitação, História da Ciência e aplicações hipotéticas do conceito de gravidade. Esses registros possibilitaram identificar concepções prévias e verificar a possível evolução conceitual ocorrida durante a sequência.

4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Nesta seção, são apresentados e analisados os resultados obtidos a partir da elaboração e aplicação da sequência didática investigativa (SDI) sobre a queda dos corpos e a maçã de Newton, planejada para uma turma do 1º ano do Ensino Médio. A discussão busca evidenciar de que forma a proposta contribuiu ou potencialmente pode contribuir para o desenvolvimento da alfabetização científica (AC), articulando aspectos conceituais, históricos e investigativos no ensino de Física.

4.1 APLICAÇÃO EM SALA DE AULA

Durante a aplicação da sequência didática investigativa (SDI), observou-se que os estudantes demonstraram grande envolvimento nas discussões e nas atividades práticas. Na primeira aula, antes da narrativa histórica da maçã de Newton, os alunos foram questionados sobre “O que é gravidade para vocês e de que forma ela pode ser percebida no cotidiano?” A ideia era identificar o que os alunos já sabiam sobre a gravidade e como era vista na visão deles. Foram questionados também sobre o que conheciam sobre Isaac Newton e a maçã, com o intuito de identificar se alguns dos alunos já tinham visto/ouvido sobre essa anedota.

Após isso, iniciou-se a discussão sobre a narrativa histórica da maçã de Newton, na qual foi trabalhado com os alunos os textos de Martins (2006) com a História da Ciência (HC), que despertou curiosidade de alguns e serviu como ponto de partida para que os alunos refletissem sobre o papel da observação e da dúvida no avanço da ciência. Destacado entre eles o fato de a maçã não ter sido o ponto de partida para a “descoberta” da gravidade, mas sim, fruto de um trabalho enorme que surgiu a dois mil anos atrás, nas primeiras concepções sobre a gravidade. Após milênios, Newton viria a explicar a origem da gravidade. Nesse momento, foi fundamental discutir o papel da HC como processo humano, contextualizando em sua época, ressaltando a transição das concepções aristotélicas para os experimentos de Galileu e, finalmente, para a formulação newtoniana da Lei da Gravitação Universal.

Durante a aula, os alunos foram questionados sobre o “porque as coisas caem” e “o que é força gravitacional” para entender se eles estão relacionando a queda dos corpos a gravidade e a diferença entre a força gravitacional e a gravidade. Apesar dos nomes diferentes e definições, vários alunos acreditavam que não tinha diferença,

mas sim, que eram duas formas diferentes de escrever. Outros concordaram com um deles, quando disse que “a gravidade é o que nos mantém na Terra e a força gravitacional é a que mantém a Terra no universo”.

Essas concepções sobre a força gravitacional e a gravidade foram sendo gradualmente discutidas ao longo da aula, por meio de questionamentos e da demonstração da Lei da Gravitação Universal para explicar cada termo da equação e calcular a força gravitacional para a Terra e a Lua. Vale ressaltar também que, de acordo com a Terceira Lei de Newton (ação e reação), a força gravitacional entre a Lua e a Terra é igual em módulo. Entretanto, foi realizado os cálculos tanto para Terra e a Lua, quanto para Lua e a Terra, com o intuito de demonstrar aos alunos que a força gravitacional entre ambos é igual em módulo.

Após a demonstração da Lei da Gravitação Universal, os alunos foram sujeitos a uma atividade com seis questões qualitativas a respeito da aula. As respostas foram divididas em duas etapas, onde a primeira etapa é composta pelas questões 1, 2 e 3, e a segunda etapa composta pelas questões 4, 5 e 6. Essas perguntas buscaram orientar o diálogo e favorecer a AC ao articular argumentação e construção conceitual. A primeira e a segunda etapa serão trabalhadas no próximo tópico, com 5 respostas de cada questão respondida pelas duplas.

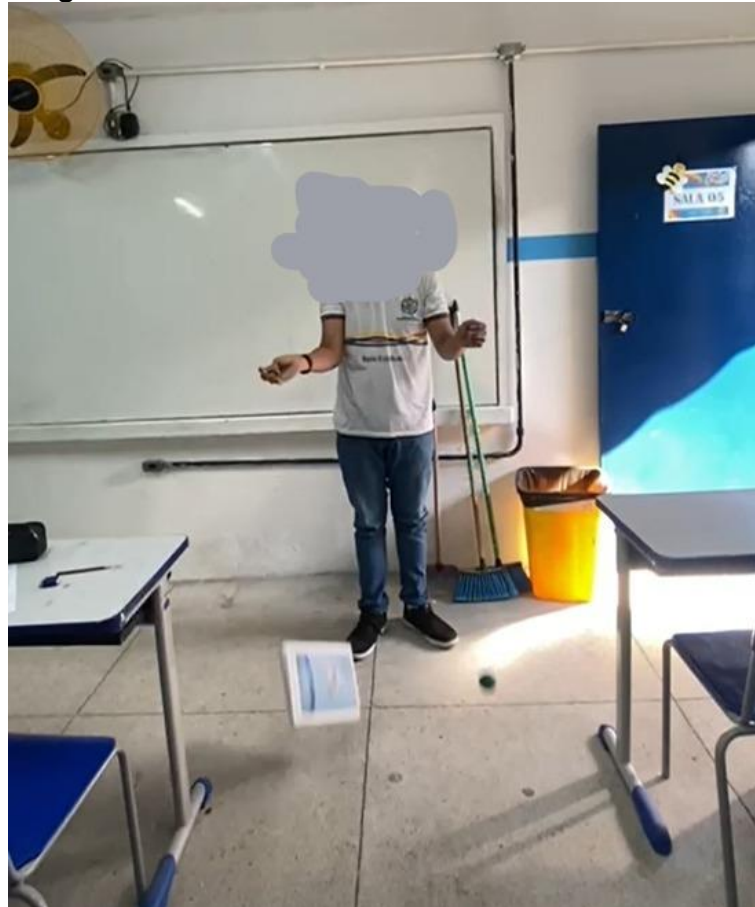
Por fim, abriu-se espaço para a retomada das concepções iniciais dos estudantes, comparando-as com os novos conhecimentos adquiridos durante a aula. Esse momento permitiu observar a evolução conceitual e possibilita ao professor realizar uma avaliação diagnóstica e contínua, considerando a participação, as hipóteses formuladas, as perguntas e as contraposições apresentadas ao longo da aula.

A aula iniciou-se com uma breve exposição dialogada sobre o conceito de gravidade, contextualizando-o a partir da história das ideias de Aristóteles, Galileu e Newton. Nesse momento, o professor provoca os estudantes com a questão-problema central: “Os objetos mais pesados caem mais rápido?” Essa problematização desperta a curiosidade e mobiliza concepções prévias, que são registradas coletivamente no quadro como ponto de partida.

Quando questionados sobre “os objetos mais pesados caem mais rápido”, muitos ainda recorreram à explicação intuitiva de que o mais pesado cai mais rápido. Apesar de intuitiva, também se baseia na realidade, na medida em que as quedas observadas foram realizadas sob condição da resistência do ar. Destaca-se um único

aluno que disse “depende da superfície”, quando questionado sobre tal resposta, o aluno respondeu que “dependendo de quais objetos estão em queda nem sempre o mais pesado cairia por conta do ar”. Apesar de ser uma resposta aceitável para o questionamento, continuei perguntando aos demais alunos sobre a queda dos corpos, muitos ainda remeteram aos objetos mais pesados caem primeiros quando comparado aos mais leves.

Figura 1 – Aluno abandonando livro e bolinha de látex



Fonte: Autor (2025)

Dando continuidade à aula, foi proposto para os alunos o experimento de queda dos corpos. Os alunos formularam hipóteses, realizaram observações sobre a queda de diferentes objetos. Vale ressaltar que, antes de abandonar os objetos, os alunos foram sujeitos a comparar quais objetos caem primeiro. Primeiro foram comparados alguns pares de objetos (folha e caderno, caderno e bolinha látex, caderno e bolinha gude, caderno e lápis de quadro, caderno e bolinha de papel) para os estudantes decidir qual irá ao chão mais rápido. Após serem comparados e escolhidos por eles sobre qual irá cair mais rápido, foi escolhido um estudante para abandonar os objetos.

Figura 2 – Aluno abandonando livro e bolinha de gude



Fonte: Autor (2025)

Durante o experimento, a ideia era que em conjunto com os alunos, seria marcado o tempo de queda de cada objeto para calcular a velocidade de queda livre, altura na queda livre e também manusear a equação de Torricelli. Entretanto, devido ao tempo gasto dos alunos na atividade qualitativa ter sido mais do que o previsto, não foi possível marcar o tempo de queda dos objetos para os cálculos. Todavia, primeiramente foi mostrado o cálculo da aceleração da gravidade que chega ao valor aproximado de $9,82 \text{ m/s}^2$ que pode ser utilizada nas equações da velocidade, altura e Torricelli. Também foram expostas as equações e explicado os termos delas, na qual foi destacado como seria calculado a altura se tivesse marcado o tempo e como seria calculado o tempo que um corpo leva para chegar ao chão, tendo sido abandonado a partir do repouso se a altura fosse conhecida.

Foi utilizado o vídeo “Brian Cox visits the world’s biggest vacuum” (BBC) complementando a compreensão teórica, ilustrando o comportamento dos corpos em ambiente sem resistência do ar. Como o vídeo é em outro idioma, foi explicado pouco a pouco sobre o que estava acontecendo, desde onde fica a câmara de vácuo até a queda dos objetos. As discussões posteriores mostraram que os estudantes foram capazes de associar a observação empírica ao conceito físico de aceleração gravitacional, reconhecendo que a gravidade atua igualmente sobre todos os corpos.

Após o experimento e o vídeo, promoveu-se uma discussão coletiva, relacionando as observações práticas com as concepções históricas, enfatizando que, no vácuo (sem resistência do ar), todos os objetos caem com a mesma aceleração, evidenciando o caráter universal da gravidade, orientando e favorecendo a alfabetização científica ao articular observação, argumentação e construção conceitual. Destacando a importância da transição de Aristóteles, Galileu Galilei e Isaac Newton.

4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos registros escritos, das observações do professor-pesquisador e das respostas das duplas revelou indícios de alfabetização científica (AC) em três dimensões principais: compreensão de conceitos científicos, compreensão da natureza da ciência e uso social do conhecimento científico (Sasseron; Carvalho, 2011).

Na dimensão conceitual, observou-se avanço na compreensão dos fenômenos gravitacionais. Inicialmente, a maioria dos alunos acreditava que corpos mais pesados caíam mais rápido, mas, após discussão durante a aula e o experimento, muitos reformularam suas hipóteses, reconhecendo o papel da resistência do ar e compreendendo que a aceleração é constante para todos os corpos. E na dimensão epistemológica, os alunos perceberam que o conhecimento científico é construído historicamente, a partir da superação de concepções anteriores como por exemplo, partindo das ideias de Aristóteles e Galileu até a formulação newtoniana.

Esses resultados apontam que a sequência didática investigativa (SDI) buscou cumprir sua função de promover uma aprendizagem ativa e contextualizada, favorecendo a transição do conhecimento cotidiano para o pensamento científico. Além disso, o trabalho buscou contribuir para que os estudantes percebessem a ciência como uma atividade humana e em constante evolução, rompendo com a visão dogmática e imutável do conhecimento.

Conforme defendem Sasseron e Carvalho (2011) e Chassot (2003), o desenvolvimento da AC requer que os alunos não apenas aprendam conceitos, mas também compreendam o modo como esses conceitos são construídos e aplicados. A proposta da “maçã de Newton” mostrou-se, portanto, um recurso didático eficaz para despertar a curiosidade, estimular o questionamento e favorecer a argumentação, consolidando o processo de construção do saber científico.

Para Sasseron e Carvalho:

É comum encontrarmos trabalhos na literatura sobre Ensino de Ciências que façam referência ao termo “argumentação” como o discurso usado em sala de aula. Neste trabalho, entendemos a argumentação como todo e qualquer discurso em que aluno e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo idéias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, explicando resultados alcançados. Neste sentido, estamos cientes de que a argumentação se apresentará mais ou menos estruturada a depender do momento em que ocorre dentro de uma discussão ou de uma seqüência didática como um todo. Para este trabalho em particular, sua importância está estreitamente relacionada ao fato de que será a argumentação o meio pelo qual poderemos encontrar evidências concretas de como os alunos se posicionam e como pensam nas relações que envolvem CTSA em sala de aula. (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 336)

Sasseron e Carvalho ainda afirmam que:

Sendo assim, há dois vieses que precisam ser igualmente considerados durante a análise dos argumentos em sala de aula: um deles é aquele que se refere à estrutura do argumento e o outro diz respeito à sua qualidade”. (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 336)

Sasseron e Carvalho usou como referência para esse estudo, o trabalho de Stephen Toulmin, em que afirmou que:

Mostra-nos um padrão de argumento composto por cinco elementos: os dados, as conclusões, as justificativas, o conhecimento anterior e os qualificadores, que podem tanto dar ênfase à afirmação proposta como apresentar refutação a ela” (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 336).

A análise das interações será apoiada também pela perspectiva da argumentação, buscando identificar evidências de AC em diferentes níveis. Observa-se, primeiramente, a compreensão conceitual, uma vez que os estudantes demonstraram capacidade de distinguir entre a visão aristotélica do movimento e as explicações fundamentadas na experimentação proposta por Galileu e posteriormente sistematizada por Newton. Além disso, nota-se a presença do processo investigativo, expresso quando os alunos formularam hipóteses acerca de quais objetos cairiam primeiro em diferentes condições, revelando raciocínio científico inicial. Por fim, destaca-se a contextualização, evidenciada pela habilidade dos estudantes de relacionar o fenômeno da queda livre a situações do cotidiano, como a observação de objetos que caem, experiências envolvendo esportes e até mesmo o movimento de

corpos celestes. Esses elementos, em conjunto, reforçam o desenvolvimento progressivo da AC ao longo das atividades analisadas.

Tais evidências dialogam com os indicadores de AC propostos por Sasseron e Carvalho (2011), especialmente no que se refere à formulação de explicações, à compreensão da natureza da ciência e ao uso da linguagem científica em contextos diversos. De modo geral, a aplicação da SDI demonstrou que, mesmo em um curto período, pode ser possível promover AC quando se privilegia o diálogo, a investigação e a problematização.

4.2.1 Análise da atividade qualitativa

A análise das respostas dos alunos do 1º ano do ensino médio às seis questões propostas evidenciou diferentes níveis de compreensão sobre os conceitos de gravitação e sobre a construção do conhecimento científico, revelando importantes indícios de AC. A investigação foi realizada com base nos eixos de AC propostos por Sasseron e Carvalho (2011): compreensão de conceitos científicos, compreensão da natureza da ciência e uso do conhecimento científico em contextos diversos. Serão discutidas em duas etapas, primeira etapa com as três primeiras questões e a segunda etapa com as últimas três questões. Ressalta-se que as etapas não têm diferença de uma para a outra, somente para analisar três questões em cada.

1ª Etapa

Tabela 1 – As respostas do 1º ano referente a primeira questão

1. O que mudou entre Aristóteles e Newton?	Dupla
“Aristóteles era filosofo racional, mas não se aprofundou nos estudos sobre gravidade, mas ele teve a ideia”.	1
“Aristóteles não sabia o que era gravidade, já Newton ele se aprofundou e descobriu a gravidade”.	2
“Em Aristóteles a ideia era somente teórica, já em Newton a ideia tinha base em experimental”.	3
“A forma de pensar como realmente funcionava a gravidade”.	4
“Aristóteles acreditava na filosofia que os objetos caíam para o lugar natural. E Newton pegou a filosofia e aprofundou”.	5

Fonte: Autor (2025)

Na primeira questão, “O que mudou entre Aristóteles e Newton?”, observa-se que parte dos alunos reconhecem a diferença entre uma explicação filosófica e uma explicação baseada em experimentação. As respostas destacam que Aristóteles possuía ideias teóricas, enquanto Newton se apoiou em estudos e comprovações experimentais. Esse tipo de entendimento indica um movimento em direção à compreensão da natureza da ciência, uma vez que os estudantes percebem que o conhecimento científico evolui a partir de observações e experimentações, superando concepções anteriores. Além disso, há o início de uma evolução na compreensão conceitual da gravitação, demonstrando AC em nível básico.

Tabela 2 – As respostas do 1º ano referente a segunda questão

2. Por que Galileu foi importante para Newton?	Dupla
“Galileu pegou a filosofia de Aristóteles e fez experimentos. Newton pegou os dois experimentos e descobriu que todos os corpos que tinham massas iriam se interagir com outros corpos”.	1
“Foi importante porque suas observações e experimentos que ajudou Newton”.	2
“Foi importante para que Newton se aprofundasse sobre a gravidade da Terra”.	3
“Galileu foi importante para Newton porque suas observações astronômicas e experimentos sobre o movimento dos corpos lançaram as bases para a lei do movimento de Newton e para a lei da Gravitação universal”.	4
“Porque Newton utilizou as ideias de Galileu como base para as suas teorias”.	5

Fonte: Autor (2025)

Na segunda questão, “Por que Galileu foi importante para Newton?”, nota-se que os alunos entendem a ciência como um processo cumulativo, no qual as descobertas de um pesquisador servem de base para avanços posteriores. As respostas apontam que Galileu realizou experimentos e observações que possibilitaram o desenvolvimento das teorias de Newton. Esse reconhecimento da relação entre os trabalhos de diferentes cientistas evidencia uma compreensão da natureza histórica e colaborativa da ciência, um dos pilares da AC. Além disso, os

alunos demonstraram noções de que o método experimental é essencial para o desenvolvimento das leis físicas.

Tabela 3 – As respostas do 1º ano referente a terceira questão

3. Como seria a vida sem gravidade?	Dupla
“Todos iam ficar flutuando”.	1
“Inexistente, porque não conseguiria viver sem a gravidade”.	2
“A vida sem gravidade seria radicalmente diferente tornando impossível a existência de corpos celestes como planetas e estrelas, e afetando a formação e evolução do universo como conhecemos”.	3
“Seria muito diferente, todos iriam sair flutuando”.	4
“Sem a existência de uma força para segurar os corpos, esses sairia voando sem rumo definido”.	5

Fonte: Autor (2025)

Na terceira questão, “Como seria a vida sem gravidade?”, os alunos apresentaram raciocínios que indicam a aplicação de conhecimentos científicos em contextos hipotéticos, indo além da simples reprodução de conceitos trabalhados em sala de aula. As respostas revelaram que alguns estudantes compreenderam a gravidade como uma condição fundamental para a manutenção da vida na Terra, relacionando-a a aspectos como a permanência dos seres humanos na superfície do planeta, a existência da atmosfera e o funcionamento de fenômenos naturais cotidianos.

Além disso, observa-se que alguns alunos ampliam esse raciocínio ao estabelecer conexões entre a ausência da gravidade e a impossibilidade de formação e organização dos corpos celestes, como planetas e estrelas. Esse tipo de resposta demonstra uma compreensão mais abrangente do papel da gravidade não apenas no contexto terrestre, mas também na estruturação do universo, indicando a capacidade de articular conhecimentos de física com noções de astronomia.

Em síntese, as respostas analisadas indicaram que os alunos se encontram em processo de desenvolvimento da alfabetização científica. Eles demonstraram avanços ao diferenciar concepções filosóficas e científicas, reconhecer o papel da experimentação e da construção histórica do conhecimento e aplicar noções relacionadas à gravidade tanto em contextos cotidianos quanto teóricos. Esses

aspectos refletem um progresso significativo na compreensão da ciência não apenas como um conjunto de fórmulas e leis prontas, mas como uma construção humana dinâmica, em constante transformação, baseada na observação, na investigação e na explicação racional dos fenômenos naturais.

2ª Etapa

Tabela 4 – As respostas do 1º ano referente a quarta questão

4. A lei da gravitação universal afirma que, se dois corpos possuem massa, ambos sofreram uma força de atração mútua. Quanto a essa força, pode-se afirmar que:	Dupla
a) é inversamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	
b) é inversamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	
c) é diretamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	
d) é diretamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	
b) é inversamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	1
b) é inversamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	2
b) é inversamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	3
c) é diretamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	4
c) é diretamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	5

Fonte: Autor (2025)

Na quarta questão, referente à Lei da Gravitação Universal, observou-se que parte dos alunos reconheceram corretamente a relação de proporcionalidade entre massa, distância e força gravitacional, marcando a alternativa “c”. Esses estudantes demonstraram uma compreensão conceitual adequada da lei, identificando que a força é diretamente proporcional às massas e inversamente proporcional ao quadrado

da distância. Esse entendimento reflete um avanço no eixo de compreensão dos conceitos científicos, pois os alunos revelaram familiaridade com a linguagem e as relações matemáticas presentes nas leis físicas. Embora a maioria dos estudantes tenha escolhido alternativas incorretas, nota-se que mesmo as respostas equivocadas demonstraram tentativas de raciocínio científico, ao relacionarem corretamente as variáveis massa e distância. Mesmo com erros conceituais, há um movimento em direção à apropriação da linguagem científica e ao entendimento da estrutura lógica das leis da física, o que pode constituir um importante passo no processo de AC.

Tabela 5 – As respostas do 1º ano referente a quinta questão

5. Duas pessoas encontram-se em queda de uma mesma altura, uma com o paraquedas aberto e a outra com ele fechado. Quem chegará primeiro ao solo, se o meio for: **Dupla**

a) o vácuo?

b) o ar?

Justifique:

“a) se ignorarmos o ar as duas massas ou objetos iriam cair ao mesmo tempo.

b) o ar ele faz com que eles não caiam ao mesmo tempo por causa da massa”.

1

“a) os dois paraquedas

b) o paraquedas fechado

No vácuo, os dois paraquedas chegarão no mesmo tempo porque vão estar sem o ar. E o paraquedas fechado chegará primeiro porque tem o ar”.

2

“a) os dois chegariam do mesmo tempo, por a aceleração deles seria igual sem a resistência do ar.

b) com a resistência do ar, o de paraquedas fechado chegaria primeiro por ter resistência menor”.

3

“a) os dois.

b) o fechado.

No vácuo os paraquedas chegam no mesmo tempo porque não vai ter ar. E o fechado porque tem o ar”.

4

“a)

b) fechado.

O que estava com o paraquedas fechado caiu primeiro, pois o ar não influenciou ele a nada, já o de paraquedas aberto o ar influenciou a flutuar”.

5

Fonte: Autor (2025)

Na quinta questão, referente à queda de corpos com e sem resistência do ar, os alunos apresentaram melhor desempenho conceitual e argumentativo. A maior parte das respostas indica que os estudantes compreenderam que, no vácuo, ambos os corpos caem ao mesmo tempo, enquanto no ar o corpo com paraquedas fechado chega primeiro ao solo devido à menor resistência do ar. Esse raciocínio revela não apenas a compreensão de conceitos físicos, como gravidade e resistência do ar, mas também uma capacidade de aplicar o conhecimento em situações hipotéticas, caracterizando o eixo de uso do conhecimento científico em diferentes contextos. Também se observa a compreensão da natureza da ciência, uma vez que os alunos identificaram o vácuo como uma condição ideal de experimento, reconhecendo a importância da investigação controlada na formulação e comprovação das leis físicas. Nesse sentido, esta questão apresenta fortes indícios de AC, pois os alunos articulam corretamente teoria e prática, raciocínio lógico e observação empírica.

Tabela 6 – As respostas do 1º ano referente a sexta questão

6. A força gravitacional com que a Terra atrai a Lua:	Dupla
a) é menor do que a força com que a Lua atrai a Terra;	
b) é a mesma para todos os planetas;	
c) é pouco maior do que a força com que a Lua atrai a Terra;	
d) é de mesma natureza da força que faz uma fruta cair de uma árvore;	
a) é menor do que a força com que a Lua atrai a Terra;	1
a) é menor do que a força com que a Lua atrai a Terra;	2
c) é pouco maior do que a força com que a Lua atrai a Terra;	3
c) é pouco maior do que a força com que a Lua atrai a Terra;	4
d) é de mesma natureza da força que faz uma fruta cair de uma árvore;	5

Fonte: Autor (2025)

Na sexta questão, que tratou da força gravitacional entre a Terra e a Lua, as respostas revelam diferentes níveis de entendimento sobre a universalidade da

gravitação. A dupla que escolheu a alternativa correta (“a força é de mesma natureza da que faz uma fruta cair de uma árvore”) demonstraram compreensão de conceitos científicos, reconhecendo a gravidade como uma força universal que atua tanto em corpos celestes quanto em objetos terrestres. Já as respostas que optaram pelas alternativas “a” e “c” demonstram tentativas de explicar a interação gravitacional em termos comparativos, refletindo um raciocínio científico em desenvolvimento, mesmo que ainda marcado por equívocos conceituais.

As respostas às questões 4, 5 e 6 revelam que os alunos estão em processo de consolidação da AC. Eles mostraram uma compreensão parcial, porém promissor, dos conceitos físicos relacionados à gravitação, expressaram raciocínio lógico e mobilizaram conhecimentos científicos para justificar suas respostas. Mesmo quando incorretas, as respostas evidenciam esforços de interpretação e de explicação baseados em princípios científicos. Isso indica que os alunos estavam buscando desenvolver não apenas o domínio de conteúdo, mas também habilidades de argumentação e de raciocínio coerentes com a prática científica, aspectos essenciais do processo de AC escolar.

De modo geral, as respostas das quinze duplas revelam que os alunos apresentaram indícios consistentes de AC, ainda que em diferentes estágios de desenvolvimento. Eles demonstraram uma compreensão inicial, porém significativa, dos conceitos relacionados à gravitação e à queda dos corpos, bem como reconhecer a importância da experimentação e compreender a ciência como um processo em constante evolução. Além disso, evidenciaram a capacidade de aplicar esses conhecimentos em situações hipotéticas e reais, articulando explicações baseadas em leis físicas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo principal investigar os impactos de uma sequência didática investigativa (SDI) sobre a temática da queda dos corpos e a maçã de Newton no desenvolvimento da alfabetização científica (AC) em estudantes do 1º ano do Ensino Médio. Para tal, foi formulado a seguinte questão de pesquisa que norteou este estudo: “quais impactos, na alfabetização científica em estudantes do 1º ano do Ensino Médio, de uma sequência didática investigativa sobre a temática de queda dos corpos e a maçã de Newton?”. A partir da elaboração e análise dessa proposta pedagógica, foi possível refletir sobre como a articulação entre História da Ciência (HC), experimentação e investigação podem contribuir para tornar o ensino de Física mais significativo e acessível aos estudantes.

Os resultados indicaram que a SDI se mostrou uma proposta positiva por possibilitar aos alunos uma compreensão mais ampla da natureza da ciência, permitindo que percebessem o conhecimento científico como resultado de um processo humano, histórico e dinâmico, na qual é construído a partir de questionamentos, experimentações e reformulações teóricas. Essa compreensão está alinhada às dimensões da AC propostas por Sasseron e Carvalho (2011), que destacam a importância de o aluno compreender tanto os conceitos científicos quanto os modos pelos quais a ciência se desenvolve e se relaciona com a sociedade.

O estudo mostrou-se viável para identificar e caracterizar indícios de AC entre os estudantes a partir de uma sequência de questões sobre gravitação, HC e aplicações hipotéticas do conceito de gravidade. A análise das respostas revelou um quadro heterogêneo, no qual coexistem tanto compreensão conceitual consolidada, na qual se destaca em especial a queda dos corpos em meios com e sem resistência do ar, quanto concepções parciais ou equivocadas sobre relações mais abstratas, na qual se destaca a proporcionalidade presente na Lei da Gravitação Universal e a natureza mútua da interação gravitacional.

Durante as atividades, foi possível observar a evolução nas concepções iniciais dos estudantes sobre a gravidade, especialmente na transição de explicações baseadas no conhecimento cotidiano (como a ideia de que corpos mais pesados caem mais rápido) para uma compreensão fundamentada nas leis físicas, na qual é válido destacar que isso aconteceu em partes, ou seja, é importante pontual que a SDI não atingiu essa compreensão completamente. Além disso, o envolvimento dos alunos

nas etapas de discussão e experimentação demonstrou o potencial das metodologias investigativas para promover o pensamento crítico e a argumentação científica, reforçando o papel do professor como mediador do conhecimento.

Outro aspecto relevante foi o uso da HC como estratégia didática, na qual foi utilizado o trabalho de Martins (2006) sobre a anedota da maçã de Newton e sobre a história da vida de Isaac Newton, durante a discussão em sala de aula. Ao contextualizar o surgimento das ideias sobre a gravidade, desde Aristóteles, passando por Galileu Galilei até Isaac Newton, os alunos puderam perceber que a ciência não é um conjunto de verdades absolutas, mas uma conquista humana em constante evolução. Essa abordagem histórica aproximou os estudantes da prática científica real, humanizando o conhecimento e fortalecendo sua curiosidade e engajamento.

À luz dos indicadores propostos por Sasseron e Carvalho (2008; 2011) e dos referenciais sobre AC, observou-se presença de competências como organização e seriação de informações, justificativa de afirmações e aplicação de conceitos em contextos diversos. Em particular, a capacidade dos alunos de distinguir entre explicações filosóficas e explicações experimentais (questão sobre Aristóteles e Newton), de reconhecer o papel cumulativo e colaborativo da ciência (questão sobre Galileu e Newton) e de aplicar o conceito de gravidade a cenários hipotéticos (vida sem gravidade) configura avanços importantes na compreensão da natureza da ciência e no conhecimento científico. Por outro lado, a dificuldade em formalizar relações matemáticas (por exemplo, compreender proporcionalidade direta e inversa na Lei da Gravitação) aponta para a necessidade de intervenções pedagógicas que enfatizem a tradução entre linguagem verbal, representação algébrica e modelos gráficos, que pode ser habilidades determinantes para evoluir na compreensão científica.

Quanto às limitações do estudo, é importante reconhecer que os dados se baseiam em respostas escritas a questões fechadas e abertas aplicadas em um contexto escolar em particular, o que restringe a generalização dos achados. Além disso, algumas respostas incompletas ou não respondidas apontam para variabilidade de engajamento que não foi totalmente controlada. Estudos complementares poderiam aprofundar mais na queda dos corpos com ou sem resistência do ar, afim de garantir compreensão mais aprofundada, tal como registros de aula para aprofundar a compreensão dos processos cognitivos e argumentativos dos alunos, avaliando as mudanças nos indicadores de AC ao longo do tempo.

Estudos complementares também poderiam aprofundar aspectos relacionados à linguagem científica, promovendo momentos posteriores à discussão em sala de aula nos quais os estudantes pudessem reformular suas ideias, aprimorar suas explicações e estabelecer relações mais consistentes entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico. A ampliação do trabalho com a linguagem científica favorece o desenvolvimento da AC, na medida em que permite aos estudantes compreender termos específicos, símbolos, representações matemáticas e formas de argumentação utilizadas na Física.

Ressalta-se também, a necessidade de trabalhar mais no indicador (iii) que aborda ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA), para contemplar os indicadores de AC propostos por Sasseron e Carvalho (2011). A abordagem da anedota da maçã de Newton possibilita articular conteúdos de Física com discussões CTSA, ao relacionar a construção histórica do conhecimento científico com o desenvolvimento tecnológico, seus impactos sociais e ambientais, evidenciando a ciência como uma prática humana contextualizada.

Em termos de contribuição, este trabalho oferece um diagnóstico empírico sobre como jovens do 1º ano mobilizam conceitos de física e entendem a dinâmica HC, fornecendo subsídios concretos para o desenho curricular e práticas pedagógicas no ensino de Física no ensino médio. Ao integrar análise conceitual, indicadores de AC e recomendações didáticas, o estudo aponta caminhos factíveis para fortalecer competências científicas fundamentais: interpretação de enunciados, modelagem, argumentação e compreensão da ciência como uma conquista humana e coletiva.

Assim, a SDI proposta mostrou-se um instrumento eficaz de AC, pois promoveu o diálogo entre o conhecimento científico e o cotidiano dos alunos, contribuindo para uma formação mais crítica, reflexiva e autônoma. A experiência reforça a importância de repensar o ensino de Ciências na educação básica, superando a fragmentação dos conteúdos e valorizando práticas que estimulem a participação ativa e investigativa dos estudantes.

Por fim, reconhece-se que este estudo teve limitações quanto ao tempo de aplicação e ao número de aulas, o que restringiu a amplitude dos resultados observados. No entanto, os indícios obtidos apontam para a viabilidade e a relevância da proposta, sugerindo que futuras pesquisas possam ampliar a investigação, aplicando a SDI em contextos distintos e por períodos mais longos, a fim de aprofundar a análise dos impactos na AC.

Acredita-se também que a educação científica, quando concebida como formação para a compreensão e intervenção no mundo, não só prepara os estudantes para aprender conceitos, mas também os habilita a pensar criticamente sobre informação científica, distinguir entre opinião e evidência e participar como cidadãos informados em questões que envolvem ciência e tecnologia.

Em síntese, este trabalho reafirma que a integração entre HC, investigação e experimentação é um caminho promissor para o ensino de Física e para o desenvolvimento da AC. Ao revisitar a célebre história da maçã de Newton, os alunos não apenas compreenderam um dos conceitos mais importantes da Física, mas também foram convidados a “pensar como cientistas”, ou seja, questionando, observando e interpretando o mundo à sua volta sob a ótica da ciência.

REFERÊNCIAS

- AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científico-tecnológica para quê?**. Rev. Ensaio | Belo Horizonte | v.03 | n.02 | p.122-134 | jul-dez | 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/XvnmrWLg4qqN9SzHjNq7Db/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 06 jan. 2024.
- BORGES, M. C. T. **Os indicadores de alfabetização científica relacionados à astronomia emergentes de um ensino por investigação**. 2023. 193 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/entities/publication/7599a0bf-8f76-460b-aa71-cb5ffb36960d>>. Acesso em: 18 out. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2024.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. Anna Maria Pessoa de Carvalho (org.). São Paulo: Cengage Learning, 2013. Disponível em: <https://residenciapedagogica.ufpa.br/images/Ebooks/ENSINO_DE_CIENCIAS_PO_R_INVESTIGAO_-cap_1_pg_compressed.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2024
- CARVALHO, I. S; MAGNO, F. N. B; PERES, S. **INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: ANÁLISE DO USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS EM UMA TURMA DE LABORATÓRIO BÁSICO I**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/381150185_INDICADORES_DE_ALFABETIZACAO_CIENTIFICA_ANALISE_DO_USO_DE_ATIVIDADES_INVESTIGATIVAS_EM_UMA_TURMA_DE_LABORATORIO_BASICO_ISCIENTIFIC_LITERACY_INDICATORS_ANALYSIS_OF_THE_USE_OF_INQUIRY_BASED_ACTIVITIES_I/link/6662caa3b769e769191d8c06/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmtpY2F0aW9uliwicGFnZSI6InB1YmtpY2F0aW9uIn19>. Acesso em: 18 out 2025.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, v. 22, n. 1, p. 89-100, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/gZX6NW4YCy6fCWfQdWJ3KJh/?lang=pt>>. Acesso em: 06 jan. 2024.
- Commonwealth Secretariat. **Training of trainers in science and technology education** (asia Edition). London: Commonwealth Secretariat, 1996. Disponível em: <<https://www.thecommonwealth-ilibrary.org/index.php/comsec/catalog/book/788>>. Acesso em: 16 out. 2025.
- DOBLER, G. H; ARAÚJO, M. P. C; BIANCHI, V. Indicadores da alfabetização científica de estudantes concluintes do ensino médio no sul do Brasil. **Debates em Educação**, [S. l.], v. 13, n. Esp2, p. 778–794, 2021. DOI: 10.28998/2175-6600.2021v13nEsp2p778-794. Disponível em: <<https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/11225>>. Acesso em: 18 out. 2025.

DOLZ, J; NOVERRAZ, M; SCHNEUWLY, B. **Sequências didáticas para o oral e a escrita**: apresentação de um procedimento. In: DOLZ, Joaquim; SCHNEUWLY, Bernard e colaboradores. Gêneros orais e escritos na escola. Trad. E Org. de Roxane Rojo e Glaís Sales Cordeiro. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2004. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/360334085/Dolz-Noverraz-Schneuly-Sequencias-Didaticas-Para-o-Oral-e-a-Escrita-Apresentacao-de-Um-Procedimento>>. Acesso em: 18 out. 2025.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler**: em três artigos que se completam / Paulo Freire. São Paulo: Autores Associados; Cortez, 1989. Disponível em: <https://educacaointegral.org.br/wp-content/uploads/2014/10/importancia_ato_ler.pdf>. Acesso em: 02 out 2025.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. São Paulo: Paz e Terra, 1967. Disponível em: <<https://nepegeo.paginas.ufsc.br/files/2018/11/Paulo-Freire-Educa%C3%A7%C3%A3o-como-pr%C3%A1tica-da-liberdade.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2025.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996. Disponível em: <<https://nepegeo.paginas.ufsc.br/files/2018/11/Pedagogia-da-Autonomia-Paulo-Freire.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2025.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila. Disponível em: <<https://biblioteca.uniscied.edu.mz/bitstream/123456789/2605/1/Metodologia%20da%20Pesquisa%20Cient%20adfica.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2025.

GALILEI, Galileo. **Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze**. Leiden: Elsevier, 1638. Disponível em: <<https://archive.org/details/discorsiedimostr00gali/page/12/mode/2up>>. Acesso em: 27 out. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar Projetos de Pesquisa** – 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf>. Acesso em: 02 out. 2025.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. In: **Revista de Administração de Empresas** - RAE, v.35, n.2, mar./abr., 1995, p.57-63. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rae/a/wf9CgwXVjpLpVgpnNkCggnC/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 02 out. 2025.

HURD, P. D. **Science literacy**: it is meaning for American schools. Educational Leadership, 1958. Disponível em: <https://files.ascd.org/staticfiles/ascd/pdf/journals/ed_lead/el_195810_hurd.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2024.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v. 3, n. 1, jun., p. 1-17, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/N36pNx6vryxdGmDLf76mNDH/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 05 jan. 2024.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. **Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de física**. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, 2005. NÚMERO EXTRA. VII CONGRESO. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAap320letcie.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2024.

MATTHEWS, M. R. **História, filosofia e ensino de ciências**: a tendência atual de reaproximação. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995. Disponível em: <<https://share.google/e9bh5EOhyErw0sf6N>>. Acesso em: 05 ago. 2025.

MARTINS, R. A. Introdução. **A história das ciências e seus usos na educação**. Pp. xxi-xxxiv, in: SILVA, C. C. (ed.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275832971_Introducao_a_historia_das_ciencias_e_seus_usos_na_educacao>. Acesso em: 25 ago. 2025.

MILLER, J. D. **Scientific literacy**: a conceptual and empirical review. Daedalus, Cambridge, v. 112, n. 2, p. 29-48, 1983. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/20024852?seq=3>>. Acesso em: 06 jan. 2024.

MOURA, F. A; SILVA, R. **The Teaching of Physics by Inquiry**: The socioconstruction of knowledge to measure gravitational acceleration. Research, Society and Development, [S. l.], v. 8, n. 3, p. e1083771, 2019. DOI: 10.33448/rsd-v8i3.771. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/771>. Acesso em: 18 oct. 2025.

NASCIMENTO, F. P. **Classificação da Pesquisa**. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos. Brasília: Thesaurus, 2016. Disponível em: <<https://www.franciscopaulo.com.br/arquivos/Classificando%20a%20Pesquisa.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2025.

PENEREIRO, J. C. Algumas considerações de Galileo e respeito das teorias da semelhança Física, da resistência dos materiais e das flexões. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 27, n. 2, p. 290–312, 2010. DOI: 10.5007/2175-7941.2010v27n2p290. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27n2p290>>. Acesso em: 27 out. 2025.

PIZARRO, M. V; JUNIOR, J. L. INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE AS DIFERENTES HABILIDADES QUE PODEM SER PROMOVIDAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 208–238,

2015. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/66>>. Acesso em: 18 out. 2025.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências**. Ciência & Educação, v.7, n.1, p.95-111, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/QHLvwCg6RFVtKMJbwTZLYjD/>>. Acesso em: 06 jan. 2024.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica como objetivo do ensino de ciências**. Licenciatura em Ciências, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_05.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2024.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. ALMEJANDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO FUNDAMENTAL: A PROPOSIÇÃO E A PROCURA DE INDICADORES DO PROCESSO. **Investigações em Ensino de Ciências** – V13(3), pp.333-352, 2008. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/445>>. Acesso em: 18 out. 2025.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/844768/mod_resource/content/1/SASSERON_CARVALHO_AC_uma_revisão_bibliográfica.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2024.

SILVA, V. R. **A alfabetização científica nos anos iniciais**: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. Educação e Pesquisa, v. 46, e187169, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ep/a/swHL9FCwBrVv8nsVJq76zRH/?lang=pt>>. Acesso em: 18 out. 2025.

SOARES, M. **Letramento**: um tema em três gêneros. 3. ed. – Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009. Disponível em: <https://www.academia.edu/29016114/SOARES_Magda_Letramento_Um_tema_de_tr%C3%AAs_g%C3%AAneros>. Acesso em: 05 out. 2025.

THE WORKS OF ARISTOTLE TRANSLATED INTO ENGLISH — **De Caelo**; De Generatione et Corruptione. By J. L. Stocks and H. H. Joachim. New York: Oxford University. Press. Disponível em: <<https://dn790001.ca.archive.org/0/items/decaeloleofric00arisuoft/decaeloleofric00arisuoft.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2025.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre, RS: Artmed, 1998. Tradução: Ernani F. da F. Rosa; revisão técnica: Nalú Farenzena. - Porto Alegre: Penso, 2014. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/slideshow/a-prtica-educativa-como-ensinar-zabala-antonipdf/252306997>>. Acesso em: 18 out. 2025.

APÊNDICE A – TODAS AS TABELAS

Tabela 7 – Todas as respostas do 1º ano referente a primeira questão

1. O que mudou entre Aristóteles e Newton?	Dupla
“Aristóteles era filósofo racional, mas não se aprofundou nos estudos sobre gravidade, mas ele teve a ideia”.	1
“Aristóteles não sabia o que era gravidade, já Newton ele se aprofundou e descobriu a gravidade”.	2
“Em Aristóteles a ideia era somente teórica, já em Newton a ideia tinha base em experimental”.	3
“A forma de pensar como realmente funcionava a gravidade”.	4
“Aristóteles acreditava na filosofia que os objetos caíam para o lugar natural. E Newton pegou a filosofia e aprofundou”.	5
“Aristóteles era filósofo racional, mas não se aprofundou nos estudos sobre a gravidade, mas ele teve iniciativa”.	6
“Aristóteles acreditou na força natural, jogando a pedra e ela voltou para seu lugar natural que era a Terra”.	7
“Aristóteles pensava e Newton comprovou com estudos”.	8
Sem respostas.	9
“Aristóteles era filósofo racional, mas não se aprofundou nos estudos sobre a gravidade, mas ele teve iniciativa”.	10
“A forma de pensar como realmente funcionava a gravidade”.	11
“Aristóteles pensava e Newton porque comprovou com estudos”.	12
“Aristóteles-Galileu-Newton o objeto caía para seu lugar certo”.	13
Sem respostas.	14
“A forma de pensar como realmente funcionava a gravidade”.	15

Fonte: Autor (2025)

Tabela 8 – Todas as respostas do 1º ano referente a segunda questão

2. Porque Galileu foi importante para Newton?	Dupla
“Galileu pegou a filosofia de Aristóteles e fez experimentos. Newton pegou os dois experimentos e descobriu que todos os corpos que tinham massas iriam se interagir com outros corpos”.	1

“Foi importante porque suas observações e experimentos que ajudou Newton”.	2
“Foi importante para que Newton se aprofundasse sobre a gravidade da Terra”.	3
“Galileu foi importante para Newton porque suas observações astronômicas e experimentos sobre o movimento dos corpos lançaram as bases para a lei do movimento de Newton e para a lei da Gravitação universal”.	4
“Porque Newton utilizou as ideias de Galileu como base para as suas teorias”.	5
“Porque Galileu complementou a lei de Newton”.	6
“Porque ele ajudou Newton em experimentos”.	7
“Porque Galileu ajudou Newton com experimentos”.	8
“Galileu ajudou com experimentos”.	9
“Por causa da Gravidade que influenciou a história da maçã”.	10
“Pelo os experimentos de Galileu”.	11
“Galileu foi importante para Newton, pois desenvolveu os fundamentos da mecânica moderna e o método científico”.	12
“Porque Galileu complementou a Lei de Newton”.	13
“Porque ele ajudou com experimento”.	14
“Ele utilizou dos experimentos de galileu para concluir a sua pesquisa”.	15

Fonte: Autor (2025)

Tabela 9 – Todas as respostas do 1º ano referente a terceira questão

3. Como seria a vida sem gravidade?	Dupla
“Todos iam ficar flutuando”.	1
“Inexistente, porque não conseguiria viver sem a gravidade”.	2
“A vida sem gravidade seria radicalmente diferente tornando impossível a existência de corpos celestes como planetas e estrelas, e afetando a formação e evolução do universo como conhecemos”.	3
“Seria muito diferente, todos iriam sair flutuando”.	4
“Sem a existência de uma força para segurar os corpos, esses sairia voando sem rumo definido”.	5

“Todas as coisas iriam flutuar”.	6
“Todo mundo iria flutuar”.	7
“Inexistente. Pois sem a gravidade não teria vida”.	8
“Todos nos flutuaríamos”.	9
“Seria um mundo normal, teria a gravidade sim mais em pouca quantidade”.	10
“Não existiria”.	11
“Todos ia ficar flutuando”.	12
“Seria normal, pois não sabíamos da gravidade, só sabemos por causa de Newton”.	13
“Tudo iria flutuar”.	14
“Inexistente”.	15

Fonte: Autor (2025)

Tabela 10 – Todas as respostas do 1º ano referente a quarta questão

4. A lei da gravitação universal afirma que, se dois corpos possuem massa, ambos sofreram uma força de atração mútua. Quanto a essa força, pode-se afirmar que:	Dupla
a) é inversamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	
b) é inversamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	
c) é diretamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	
d) é diretamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	
b) é inversamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	1
b) é inversamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	2
b) é inversamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	3
b) é inversamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	4

c) é diretamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	5
b) é inversamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	6
b) é inversamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	7
d) é diretamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	8
c) é diretamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	9
d) é diretamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	10
d) é diretamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	11
d) é diretamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	12
b) é inversamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	13
c) é diretamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	14
d) é diretamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.	15

Fonte: Autor (2025)

Tabela 11 – Todas as respostas do 1º ano referente a quinta questão

**5. Duas pessoas encontram-se em queda de uma mesma altura, Dupla
uma com o paraquedas aberto e a outra com ele fechado. Quem
chegará primeiro ao solo, se o meio for:**

a) o vácuo?

b) o ar?

Justifique:

“a) se ignorarmos o ar as duas massas ou objetos iriam cair ao mesmo tempo.

b) o ar ele faz com que eles não caiam ao mesmo tempo por causa da massa”.

“a) os dois paraquedas

b) o paraquedas fechado

No vácuo, os dois paraquedas chegarão no mesmo tempo porque vão estar sem o ar. E o paraquedas fechado chegará primeiro porque tem o ar”.

2

“a) os dois chegariam do mesmo tempo, por a aceleração deles seria igual sem a resistência do ar.

b) com a resistência do ar, o de paraquedas fechado chegaria primeiro por ter resistência menor”.

3

a)

“b) fechado.

O que estava com o paraquedas fechado caiu primeiro, pois o ar não influenciou ele a nada, já o de paraquedas aberto o ar influenciou a flutuar”.

4

“a) os dois.

b) o fechado.

No vácuo os paraquedas chegam no mesmo tempo porque não vai ter ar. E o fechado porque tem o ar”.

5

“a) sem resposta.

b) sem resposta.

Porque aberto tem espaço e acumula ar, que amortece a queda”.

6

“a) sem resposta.

b) sem resposta.

O paraquedas aberto fica no ar por causa do vácuo, e o de paraquedas fechado irá cair mais rápido por causa do peso”.

7

a)

“b) fechado.

Se o paraquedas estiver fechado vai chegar primeiro no solo pois não vai ter ar para flutuar e se tiver ar vai flutuar e demorar a chegar ao solo”.

8

a) sem resposta.

b) sem resposta.	9
“a) fechado.	
b) aberto.	
Paraquedas fechado caí mais rápido em relação ar, e o aberto através do vento do ar vai ficar flutuando”.	10
a) sem resposta.	
b) sem resposta.	11
“a) seria mais lento.	
b)	
O ar por causa da gravidade da Terra ajudando a chegar mais rápido ao solo”.	12
“a) paraquedas fechado.	
b) paraquedas aberto.	
Paraquedas fechado vai cair mais rápido na Terra devido à gravidade, paraquedas aberto através do vento vai ficar flutuando”.	13
“a)	
b)	
Entre o fechado e o aberto o fechado chega primeiro”.	14
“a)	
b)	
O paraquedas ira em formato em que acumula ar indo contra a gravidade”.	15

Fonte: Autor (2025)

Tabela 12 – Todas as respostas do 1º ano referente a sexta questão

6. A força gravitacional com que a Terra atrai a Lua:	Dupla
a) é menor do que a força com que a Lua atrai a Terra;	
b) é a mesma para todos os planetas;	
c) é pouco maior do que a força com que a Lua atrai a Terra;	
d) é de mesma natureza da força que faz uma fruta cair de uma árvore;	
c) é pouco maior do que a força com que a Lua atrai a Terra;	1
c) é pouco maior do que a força com que a Lua atrai a Terra;	2
c) é pouco maior do que a força com que a Lua atrai a Terra;	3

- a) é menor do que a força com que a Lua atrai a Terra; 4
- d) é de mesma natureza da força que faz uma fruta cair de uma árvore; 5
- c) é pouco maior do que a força com que a Lua atrai a Terra; 6
- a) é menor do que a força com que a Lua atrai a Terra; 7
- a) é menor do que a força com que a Lua atrai a Terra; 8
- c) é pouco maior do que a força com que a Lua atrai a Terra; 9
- c) é pouco maior do que a força com que a Lua atrai a Terra; 10
- a) é menor do que a força com que a Lua atrai a Terra; 11
- a) é menor do que a força com que a Lua atrai a Terra; 12
- b) é a mesma para todos os planetas; 13
- a) é menor do que a força com que a Lua atrai a Terra; 14
- a) é menor do que a força com que a Lua atrai a Terra; 15

Fonte: Autor (2025)

APÊNDICE B – SEQUÊNCIA DIDÁTICA ELABORADA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

TEMA GERAL: Gravidade e a Maçã de Newton: Entendendo a Força que nos Mantém no Planeta

OBJETIVO GERAL: Promover a compreensão dos conceitos de gravidade, sua importância no cotidiano e no universo, a partir da contextualização histórica com a história da maçã de Newton, desenvolvendo a alfabetização científica dos alunos.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA E HABILIDADE:

Objeto de Conhecimento: Queda dos corpos

Competência geral 1: Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Competência geral 2: Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

Competência geral 7: Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Competência específica 2: Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Plano de Aulas

Aulas de Física para o primeiro ano. Prof. Emanuel Jackson Oliveira da Silva	Aula 1 – A História da Maçã e a concepção da Gravidade. Aula 2 – Experimento de Queda dos Corpos.
Público alvo: Estudantes do 1º ano de uma Escola de Referência em Ensino Médio Duração da aula: duas aulas de 40-60min.	

Plano de aula 1 - A História da Maçã e a concepção da Gravidade
Tema: A maçã de Newton e a origem do conceito de gravidade.
Objetivos da Aula: Contextualizar o surgimento do conceito de gravidade a partir da história de Newton.
Competências e Habilidade: Competência geral: 1, 2 e 7/ Competência específica: 2/ (EM13CNT204) elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
Métodos Didáticos de Ensino: Exposição dialogada estimulando a curiosidade científica e a problematização sobre o fenômeno da queda dos corpos. Contação da história da maçã de Newton e as observações que levou Newton a refletir sobre o fenômeno da queda dos corpos. Contexto histórico: Aristóteles → Galileu → Newton. Discussão coletiva: "Por que as coisas caem?" E "O que é força gravitacional?" Demonstração da Lei da Gravitação Universal. Questionário qualitativo para os grupos. Síntese: O professor conduz a reflexão sobre como a observação levou Newton a formular novas ideias sobre o mundo físico e ressaltar que a ciência é uma construção histórica, social e coletiva.
Desenvolvimento da Aula: A aula inicia-se com a problematização do fenômeno da queda dos corpos, instigando os alunos a refletirem sobre o significado da gravidade em suas concepções espontâneas. Para isso, o professor propõe a questão norteadora: "O que é gravidade para vocês e de que forma ela pode ser percebida no cotidiano?" As respostas dos estudantes são registradas

coletivamente no quadro, permitindo a valorização de suas ideias e a constituição de um ponto de partida para a construção do conhecimento científico.

Em seguida, apresenta-se a narrativa histórica da chamada “maçã de Newton”, destacando seu valor como metáfora da curiosidade científica e como ponto de inflexão no desenvolvimento da ciência moderna. Nesse momento, é fundamental discutir o papel da história da ciência como processo humano, contextualizado em sua época, ressaltando a transição das concepções aristotélicas para os experimentos de Galileu e, finalmente, para a formulação newtoniana da Lei da Gravitação Universal.

Antes de demonstrar a Lei da Gravitação Universal o professor irá levantar uma discussão acerca de “Porque as coisas caem” e “O que é força gravitacional” para entender dos alunos quais conhecimentos adquiridos durante a exposição dialogada.

Após isso, o professor demonstrará na prática a Lei da Gravitação Universal calculando para a Terra e a Lua, explicando cada termo da equação. Depois, os estudantes responderão, em grupos, a questões previamente organizadas: 1. O que mudou entre Aristóteles e Newton? 2. Por que Galileu foi importante para Newton? 3. Como seria a vida sem gravidade? 4. A lei da gravitação universal afirma que, se dois corpos possuem massa, ambos sofreram uma força de atração mútua. Quanto a essa força, pode-se afirmar que:

- a) é inversamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa.
- b) é inversamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.
- c) é diretamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa.
- d) é diretamente proporcional às suas massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa.

5. Duas pessoas encontram-se em queda de uma mesma altura, uma com o paraquedas aberto e a outra com ele fechado. Quem chegará primeiro ao solo, se o meio for:

- a) o vácuo?
- b) o ar?

Justifique:

6. A força gravitacional com que a Terra atrai a Lua:

- a) é menor do que a força com que a Lua atrai a Terra;
- b) é a mesma para todos os planetas;
- c) é pouco maior do que a força com que a Lua atrai a Terra;
- d) é de mesma natureza da força que faz uma fruta cair de uma árvore;

Essas perguntas orientam o diálogo e favorecem a alfabetização científica ao articular observação, argumentação e construção conceitual.

Por fim, abre-se espaço para a retomada das concepções iniciais dos estudantes, comparando-as com os novos conhecimentos adquiridos. Esse momento permite evidenciar a evolução conceitual e possibilita ao professor realizar uma avaliação diagnóstica e contínua, considerando a participação, as hipóteses formuladas, as perguntas e as contraposições apresentadas ao longo da aula.

Recursos Didáticos: Materiais simples (maçã, quadro, pincéis, canetas, celular para vídeos ou fotos).

Forma de Avaliação: No desenvolvimento da aula, propõe-se estimular a participação ativa dos estudantes por meio de uma discussão orientada acerca de suas concepções sobre os fatores que levam os objetos a caírem, com o registro coletivo dessas ideias no quadro como forma de valorização e organização do pensamento inicial da turma. A avaliação será conduzida em caráter diagnóstico e contínuo, considerando não apenas as respostas corretas, mas também a qualidade da participação dos alunos ao longo do processo, incluindo questionamentos, posicionamentos, hipóteses alternativas e contraposições, reconhecendo tais manifestações como parte fundamental da construção do conhecimento científico.

Plano de aula 2 - Experimento de Queda dos Corpos

Tema: Investigando a gravidade: todos os corpos caem da mesma forma?

Objetivos da Aula: Introduzir o conceito científico de gravidade como força de atração. Realizar experimento prático para investigar se objetos mais pesados caem mais rápido. Estimular a construção de hipóteses, a observação e a argumentação como práticas de alfabetização científica.

Competências e Habilidade: Competência geral: 1, 2 e 7/ Competência específica: 2/ (EM13CNT204) elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos

movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Métodos Didáticos de Ensino: Exposição dialogada: Aprofundamento teórica sobre o que é gravidade.

Discussão coletiva. “Os objetos mais pesados caem mais rápido?”

Experimento investigativo.

Aplicação das equações queda livre.

Síntese: Explicar que, em condições ideais, todos os objetos caem com a mesma aceleração, conectando o experimento ao conceito científico.

Desenvolvimento da Aula: A aula inicia-se com uma breve exposição dialogada sobre o conceito de gravidade, contextualizando-o a partir da história das ideias de Aristóteles, Galileu e Newton. Nesse momento, o professor provoca os estudantes com a questão-problema central: “Os objetos mais pesados caem mais rápido?” Essa problematização desperta a curiosidade e mobiliza concepções prévias, que são registradas coletivamente no quadro como ponto de partida.

Na sequência, é conduzido um experimento investigativo de queda dos corpos, utilizando materiais simples como bolas de diferentes massas, folhas de papel, penas e bolinhas de gude. Os grupos de alunos são estimulados a levantar hipóteses antes da realização do teste, a observar cuidadosamente os resultados e a registrar suas percepções. Em seguida, os alunos em conjunto com o professor irão marcar o tempo de queda de cada objeto para calcular a velocidade de queda livre, altura na queda livre e também manusear a equação de Torricelli. Para tal feito, o professor primeiramente irá mostrar o cálculo da aceleração da gravidade que chega ao valor aproximado de $9,82 \text{ m/s}^2$ com o intuito de utiliza-la nas equações da velocidade, altura e Torricelli. Posteriormente, o professor apresenta o vídeo Brian Cox visits the world's biggest vacuum (BBC), reforçando a compreensão de que, em ausência de ar, todos os corpos caem com a mesma aceleração.

Após o experimento e o vídeo, promove-se uma discussão coletiva, relacionando as observações práticas com as concepções históricas, enfatizando que, em condições ideais (sem resistência do ar), todos os objetos caem com a mesma aceleração, evidenciando o caráter universal da gravidade, orientando e favorecem

a alfabetização científica ao articular observação, argumentação e construção conceitual.

Recursos Didáticos: Materiais simples (caderno, caneta, bolinha de gude, papel amassado, folha solta, penas e bola de futebol). Outros tais como quadro, questões impressas, pincéis, canetas, celular ou notebook (para vídeos ou fotos).

Vídeo do YouTube: Brian Cox visits the world's biggest vacuum | Human Universe – BBC.

Forma de Avaliação: Durante a aula, a avaliação terá caráter formativo, observando a participação ativa dos estudantes, as hipóteses levantadas, contraposições apresentadas e o envolvimento nas discussões. Serão analisadas também as respostas escritas às quatro perguntas propostas, a observação do experimento (formulação de hipóteses, comparação entre teoria e prática) e a capacidade de argumentar, mesmo que parcialmente.

No fechamento será feita uma síntese conceitual para verificar se os alunos compreenderam que, sem ar, todos os objetos caem com a mesma aceleração.

Contará também a participação nas discussões e na experimentação. Observação das hipóteses levantadas pelos alunos. Preenchimento coletivo das perguntas como indício de alfabetização científica.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf>. Acesso em: 20 set. 2025.

FRANCO, Giullya. "**Isaac Newton**"; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/um-fisico-chamado-isaac-newton.htm>>. Acesso em: 20 set. 2025.

HELERBROCK, Rafael. "**Gravitação Universal**"; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/gravitacao-universal.htm>>. Acesso em: 20 set. 2025.

Vídeo do YouTube: **Brian Cox visits the world's biggest vacuum** | Human Universe – BBC. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs>>. Acesso em: 20 set. 2025.