

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ESTUDO DA QUEDA DOS CORPOS: UMA
POSSIBILIDADE DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA****TEACHING SEQUENCE FOR STUDY OF THE FALL OF BODIES: A
POSSIBILITY OF SCIENTIFIC EDUCATION**

Página | 261

José Alexandre Berto¹
Leonir Lorenzetti²**RESUMO**

O presente trabalho objetiva analisar a implementação de uma sequência didática com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental com o conteúdo Queda dos Corpos. A investigação didática deste fenômeno torna-se importante pelo fato dele estar invariavelmente presente no cotidiano das pessoas, sendo, porém, interpretado pelo senso comum e pela visão aristotélica de que o peso de um corpo é o responsável pela sua rapidez durante a queda. A sequência foi estruturada na dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) buscando desenvolver o tema com situações problematizadoras e contextualizadas, objetivando a Alfabetização Científica dos envolvidos. O estudo caracteriza-se como uma pesquisa de intervenção pedagógica, e as atividades propostas envolveram situações-problema, realização de experimentos, utilização de vídeos e textos que possibilitam a compreensão da temática. A observação de diversos indicadores de aprendizagem atestou que as atividades desenvolvidas proporcionaram o desenvolvimento da Alfabetização Científica. A partir desses resultados, discutiu-se a importância de metodologias de ensino-aprendizagem ativas e que busquem desenvolver o pensamento crítico no ensino em Ciências.

Palavras chave: Alfabetização Científica, Metodologias Ativas, Queda dos Corpos.

ABSTRACT

This paper aims to analyze the implementation of a didactic sequence with students of 9th grade of elementary school with the content of Falling Bodies. The didactic investigation of this phenomenon becomes important because it is invariably present in people's daily lives, but it is interpreted by common sense and Aristotelian view that the weight of a body is responsible for its speed during the fall. The sequence was structured in the dynamics of the Three Pedagogical Moments (3MP) seeking to develop the theme with problematizing and contextualized situations, aiming at the Scientific Literacy of those involved. The study is characterized as a pedagogical intervention research. The proposed activities involved problem situations, experiments, videos and texts that allow the understanding of the theme. Observation of several learning indicators attested that the activities developed provided the development of Scientific Literacy. From these results, the importance of active teaching-learning methodologies that seek to develop critical thinking in science teaching was discussed.

Keywords: Scientific Literacy, Active Methodologies, Falling Bodies.

¹ Mestrando em Educação em Ciências e em Matemática pela Universidade Federal do Paraná. Professor da Secretaria de Educação do Paraná. E-mail: alexbertoalex@gmail.com

² Doutor em Educação Científica e Tecnológica. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná. E-mail: leonirlorenzetti22@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O processo de interpretação dos fenômenos naturais sofre modificações constantes no decorrer da história. O conhecimento sobre a queda dos corpos é um exemplo clássico de como o olhar do homem se altera. Desde os antigos filósofos até o início da Ciência Moderna, o entendimento deste assunto modificou substancialmente mostrando que a ciência não é absoluta em suas formulações, nem neutra em suas produções, pois é produzida por sujeitos influenciados por seus momentos históricos, condições sociais, crenças e valores. Assim, o processo de ensino e de aprendizagem deve considerar os aspectos epistemológicos da ciência ao abordar os conteúdos que são apresentados aos alunos, bem como utilizar metodologias que possam promover uma educação científica com vistas à formação para a cidadania.

Nesta perspectiva, este artigo busca analisar os resultados obtidos com a implementação de uma sequência didática para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública estadual do estado do Paraná, cujo conteúdo trabalhado foi a Queda dos Corpos. Esta sequência foi elaborada e estruturada com base na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). Com a aplicação da sequência didática objetivou-se a promoção da Alfabetização Científica, com vistas a uma educação científica não neutra, subjetiva e que considere os aspectos históricos, sociais, crenças e valores dos estudantes.

Assim, o trabalho foi orientado partindo da exploração das ideias prévias dos alunos sobre o fenômeno de queda dos corpos, bem como a capacidade de levantar hipóteses, testá-las e apresentar os resultados obtidos para seus pares, possibilitando oportunidades para as argumentações, convergência/divergência de ideias quanto aos objetos de estudo em questão. Objetiva-se com isso, também, formar um cidadão capaz de tomar decisões por meio dos conhecimentos adquiridos, ampliando o processo de ensino para além da assimilação de conceitos, rumo ao desenvolvimento de habilidades, capacidades e valores para a atuação em seu meio social. Pretende-se, ainda, desenvolver as potencialidades dos educandos questionando, provocando e desestabilizando seu conhecimento prévio, incentivando assim a busca do conhecimento científico historicamente construído. Em adição, busca-se a promoção de um ensino significativo

no campo de Ciências/Física, valorizando tanto o resultado quanto o processo da aprendizagem.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

2.1 As ideias de Aristóteles e Galileu sobre a queda dos corpos

O movimento dos corpos tem intrigado o homem desde os primórdios de sua história, seja na observação dos corpos celestes, no vento ou em outros animais. Dias (2011) apresentou importantes colocações sobre as ideias de dois grandes pensadores sobre a queda dos corpos: Aristóteles e Galileu. Segundo o autor, Aristóteles foi um filósofo que viveu de 384 a 322 a.C. e acreditava que a queda de um corpo estava associada ao seu peso e a velocidade de queda adquiria um valor constante até chegar ao final. Outro fator que ele ponderava era o da resistência que o meio fazia durante a queda, atuando sobre a velocidade do corpo. Assim, na concepção aristotélica seria impossível a existência do vácuo, pois, sem resistência a velocidade do corpo em queda tenderia ao infinito.

Entre os séculos XV e XVI Galileu apresentou interpretações distintas das que estavam vigentes. Galileu foi um dos grandes precursores da Ciência Moderna e, diferentemente de Aristóteles, realizou vários experimentos e cálculos matemáticos que deram maior precisão as suas ideias. Ao lançar vários corpos, observar e comparar suas quedas, ele notou que eles chegavam ao chão quase ao mesmo tempo, com uma pequena vantagem para os mais pesados. Estaria, assim, Aristóteles certo? O que se deve considerar nessa questão não é a ligeira diferença, mas a proximidade deste tempo. Dias (2011) apud Hetch (1987) coloca que na ciência deve-se entender que é muito importante tanto o ato de considerar algo, como o de desconsiderar, quando necessário. Galileu, então, deduziu que os corpos caem aumentando sua velocidade, ou seja, caem sob ação de uma aceleração (da gravidade) à qual todos os corpos são submetidos. A pequena diferença entre a queda de um corpo mais leve de outro mais pesado foi atribuída, por Galileu, à resistência do ar contra os corpos. Então, ele supôs que se fosse retirado o ar de um ambiente, os corpos chegariam ao chão ao mesmo tempo. Ao idealizar essa

condição, mesmo sem ter, nessa época, tecnologia capaz de retirar o ar de um ambiente, Galileu extrapolou os resultados obtidos.

Apesar dos estudos de Galileu e da escolarização atual, muitas pessoas mantêm a visão aristotélica de que o peso dos corpos é o que determina a rapidez de sua queda. Desconstruir essa concepção não é algo tão fácil e requer uma ação pedagógica crítica frente ao processo de investigação do fenômeno. A partir dessa temática e da aplicação de uma sequência didática desenvolvida em torno dela, este trabalho discute como uma ação pedagógica, pautada em metodologias ativas, pode contribuir qualitativamente para o ensino de ciências.

Acerca das metodologias ativas, pode-se citar a dinâmica dos três momentos pedagógicos, que estrutura os currículos. Esta abordagem está fundamentada nas ideias de Paulo Freire e constitui-se como um processo de produção coletiva do currículo com vista à formação do educando para a transformação social numa perspectiva problematizadora e contextualizada. A abordagem apresenta três etapas. A Problematização Inicial é o momento em que é proposto aos alunos um problema a ser resolvido, o qual deve instigá-los a pensar sobre o assunto, promovendo discussões, abertura para ideias, posições e conhecimentos prévios e motivação para a busca de conhecimentos que ainda não possuem para resolver o problema apresentado. A Organização do Conhecimento é a etapa em que são trabalhados os conteúdos com intuito de resolver a problematização inicial, desenvolver atividades, leituras, experimentos ou quaisquer outras formas que promovam compreensão do problema inicial ou de outros que surgirem. Já na fase Aplicação do Conhecimento, utiliza-se os conhecimentos sistematizados para a compreensão da problemática inicial, ou de outras que emergirem no processo (OLIVEIRA, 2015).

2.2 Alfabetização Científica e Tecnológica

Práticas de ensino tradicionais muitas vezes não promovem um aprendizado que consiga transpor o conhecimento para além dos muros das escolas. Assim, uma proposta de ensino problematizadora e contextualizada deve desenvolver um ensino que possa emancipar o indivíduo, ampliar sua consciência crítica, capacitá-lo para participar do processo democrático, da tomada de decisões e da resolução de problemas que estejam a

sua volta. Desta forma, a promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) nos processos escolares pode contribuir para a finalidade emancipatória do ensino.

A formação científica está em sintonia com as necessidades emergentes do cidadão contemporâneo. Segundo Lorenzetti (2000, p. 38-39):

Sabe-se que o conhecimento científico afeta quase todos os aspectos da vida do indivíduo e que diariamente observa-se o seu domínio crescendo grandemente e, muitas vezes, assustadoramente. Assim, todos os indivíduos, independente de sua formação e profissão, convivem diariamente com este conhecimento, necessitando de um maior e melhor entendimento da ciência e suas aplicações. Tendo acesso a estes conhecimentos, os indivíduos terão a oportunidade de aprender a fazer melhor uso da ciência, conhecendo-a profundamente e possuindo conhecimentos suficientes para ensejar uma tomada de posição, instrumentalizando-se para realizar um balanço entre os malefícios/benefícios da Ciência e da Tecnologia

O conhecimento científico e tecnológico perpassa nossas vidas e nossas relações sociais nas formas mais variadas. Entretanto, muitos se comportam como meros “consumidores” ou “admiradores” destes conhecimentos, deixando de compreendê-los numa perspectiva mais ampla que analise seus aspectos sociológicos, históricos, políticos, econômicos e, desta forma, não se instrumentalizam para a atuação social e para a tomada de decisões necessárias.

Assim, a Alfabetização Científica (AC) tem como premissa a mudança de pensamento, de posicionamento e de ação dos indivíduos e dos grupos sociais a que pertencem. Assim, busca-se instrumentalizá-los para pensar criticamente em planos e ações de mudança.

Shen (1975) explicita três concepções sobre a AC: (1) Alfabetização Científica *prática* como aquela que torna o indivíduo apto a resolver seus problemas mais imediatos e básicos por meio dos conhecimentos científicos adquiridos, como por exemplo, questões ligadas à saúde, à alimentação e à habitação; (2) Alfabetização Científica *cívica* como aquela que capacita o indivíduo a tomar posição frente aos problemas relacionados à ciência e suas tecnologias ampliando sua participação no processo social e democrático. Esta concepção requer que os conhecimentos em ciência e a tecnologia sejam amplamente divulgados e discutidos tanto nas escolas como na sociedade em geral, também se pode chamá-la de AC política; e, por fim, a (3) Alfabetização Científica *cultural* como aquela em que o cidadão procura saber mais sobre ciência e tecnologia motivado por interesses próprios. Nesta função encontram-se os indivíduos que buscam conhecimentos em

leituras das áreas científicas, textos de revistas e jornais bem como outras fontes que ampliem seus repertórios culturais e humanísticos.

De outro vértice, Bybee (1995) também descreve três funções da Alfabetização Científica. Segundo o autor, as funções são: (1) Alfabetização Científica *funcional*, como aquela em que se concentra na aquisição de um vocabulário que envolva ciência e tecnologia de forma a ampliá-lo de acordo com o desenvolvimento educacional dos indivíduos. Apesar de ser importante esta aquisição de palavras técnicas, percebe-se que, muitas vezes, o ensino de ciências se resume a esta função. Desta forma, os professores devem tomar os devidos cuidados para desenvolver um ensino problematizador e contextualizado, evitando a memorização exagerada; (2) Alfabetização Científica *conceitual e processual*, como aquela que amplia as capacidades dos indivíduos frente a função anterior, ou seja, o indivíduo passa a formar conceitos próprios frente aos fatos sobre ciência e tecnologia e desenvolve habilidades e compreensões dos processos e procedimentos científicos; e, finalizando, tem-se a (3) Alfabetização Científica *multidimensional*, na qual amplia-se mais ainda a formação dos cidadãos, tornando-os capazes de desenvolver perspectivas sobre ciência e tecnologia que incluam a história das ideias científicas, a natureza da ciência, o papel da ciência e tecnologia na sociedade e a possibilidade de resolver os problemas sociais através destes conhecimentos.

Sasseron e Carvalho (2011) pontuam importantes considerações sobre a Alfabetização Científica, expondo que, atividades investigativas devidamente orientadas permitem que se promova a argumentação entre os envolvidos no processo. Desta forma, as discussões proporcionam o levantamento de hipóteses pelos alunos, além de permitir que eles construam argumentos que deem credibilidade a estas hipóteses e justifiquem suas afirmações buscando reunir argumentos que construam uma explicação consistente sobre o que está sendo investigado.

Com base em um estudo teórico abrangente, as autoras mencionadas propõem também três eixos estruturantes da Alfabetização Científica. Os eixos servem de orientação para o planejamento de aulas que visam a Alfabetização Científica. Eles são: 1) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais: aqui é colocado o conhecimento básico necessário para a aplicação do aluno no seu dia a dia; 2) compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática: reporta-se a ideia da ciência como conjunto de conhecimentos em constante

transformação, englobando a ideia de não neutralidade da ciência e seu caráter humano, social e histórico, permitindo que professor e aluno possam refletir e analisar os contextos das situações antes de se tomar uma decisão; 3) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente: analisa as relações que podem existir entre as áreas citadas mediante a resolução de um problema, levantando discussões sobre as aplicações dos saberes construídos pelas ciências, assim como as consequências destes na sociedade e no planeta.

De acordo com Marques e Marandino (2018, p. 7) a Alfabetização Científica é um processo que ocorre dentro e fora da escola e implica:

- i) a promoção de diálogos e aproximações entre a cultura experiencial dos indivíduos e a cultura científica;
- ii) a apropriação de saberes relacionados a termos e conceitos científicos, à natureza da ciência, às relações entre ciência, tecnologia e sociedade;
- iii) a promoção de condições necessárias à realização de leituras críticas da realidade, à participação no debate público, à tomada de decisão responsável, à intervenção social em uma perspectiva emancipadora e de inclusão social; bem como que a AC deve promover não apenas a apropriação de conhecimentos, mas também a construção do que Freire chama de consciência epistemológica, potencializando a participação social.

Buscando avaliar o êxito da Alfabetização Científica após a aplicação de sequências didáticas, Sasseron (2015) define alguns indicadores. Os indicadores são certas características observáveis no desempenho do alunos, que pressupõem habilidades desenvolvidas ao se tratar de um determinado tema em ciências. Dividem-se nas seguintes categorias: a) trabalho com as informações e com os dados disponíveis, seja por meio de organização, seriação e classificação de informações; b) o levantamento e o teste de hipóteses construídas que são realizados pelos estudantes; c) estabelecimento de explicações sobre os fenômenos em estudo, bem como a busca de justificativas que ratifiquem estas explicações e estabeleça previsões delas advindas; d) uso do raciocínio lógico e proporcional durante a investigação e a comunicação de ideias em situações de ensino e aprendizagem.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do estudo utilizou-se a abordagem qualitativa, de natureza interpretativa, com a observação do participante numa pesquisa do tipo intervenção pedagógica (DAMIANI, 2013). Segundo a autora, a pesquisa do tipo

intervenção pedagógica é aplicada, e, desta forma, pode contribuir para a solução de problemas práticos, que neste caso é a (des)construção dos conceitos sobre o fenômeno de queda dos corpos, assim como a Alfabetização Científica dos envolvidos.

O trabalho de investigação ocorreu num colégio estadual da região metropolitana de Curitiba, considerada periferia. Foram escolhidas as duas turmas de nonos anos do período da manhã, visto que, de acordo com a Proposta Pedagógica Curricular do Projeto Político Pedagógico do estabelecimento, consta nesta série o conteúdo de Movimentos. A professora da turma informou que já havia trabalhado o conteúdo de queda dos corpos de forma expositiva, utilizando o livro didático. Foi analisado o texto trabalhado e verificou-se que ele apresentava os conceitos que se intencionava trabalhar. A matriz curricular do nono ano do colégio era contemplada com três aulas de Ciências semanais e a professora também participou junto com o investigador na implementação da proposta.

Optou-se por construir uma sequência didática que apresentasse experimentações investigativas em detrimento das ilustrativas. Segundo Giordan (1999) as experimentações ilustrativas geralmente são utilizadas pelo professor para se comprovar uma teoria já discutida, não abrindo espaço para problematizações, discussões nem erros que podem ser explorados na construção das ideias. Para este autor, as experimentações investigativas, ao serem empregadas antes de qualquer discussão sobre o assunto, produzem informações que levam à discussão, à reflexão, à ponderação e às explicações sobre o fenômeno que está sendo observado, levando o aluno a ter postura ativa e crítica durante o processo de aprendizagem.

Esta sequência foi estruturada na dinâmica do Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002) objetivando um tratamento problematizador e contextualizado do tema abordado.

A fonte de dados consistiu nos registros de roteiro dos alunos, na observação do pesquisador e da professora da disciplina e em fotos e filmagens. Estes itens foram submetidos à análise textual discursiva (MOARES: GALIAZZI, 2011). Este método permite a reconstrução e a compreensão dos modos de produção da ciência, bem como os procedimentos de significação dos fenômenos investigados.

Os indicadores de Alfabetização Científica, propostos por Sasseron (2008), serão consideradas como categorias *a priori*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise foi realizada com base nos relatos das atividades desenvolvidas e apontou as possíveis manifestações de indicadores de Alfabetização Científica (SASSERON, 2008), definidos como categorias *a priori*: a) organização, seriação e classificação de informações; b) levantamento e teste de hipóteses; c) explicação, justificativa e previsão dos fenômenos; d) raciocínio lógico e proporcional e comunicação de ideias.

Iniciaram-se as atividades com o pedido para que os alunos formassem grupos. Na turma 9º A formaram-se oito grupos e no 9º B sete. Os quadros seguintes apresentam as atividades que foram propostas aos estudantes. Posteriormente, segue-se a análise do material obtido, buscando apontar os indicadores de aprendizagem evidenciados na busca.

A queda dos corpos é um fenômeno que pode ser observado quando um corpo é largado a uma certa altura do chão. Entretanto, um corpo pode cair mais rápido que outro. Assim, se largarmos uma pena e um martelo de uma mesma altura, no mesmo instante, qual chegará primeiro no chão? Quais fatores influenciam para que um corpo caia mais rápido que outro?"

Quadro 1 - Atividade 1: Problematização inicial.

Fonte: Produção nossa.

Os grupos leram, discutiram e fizeram apontamentos sobre o que o problema questionava. Algumas equipes fizeram experimentos próprios: uma utilizou uma borracha e um papel de bala para testar as hipóteses sobre qual cai primeiro. Outra utilizou um rolo de durex e uma caneta, evidenciando o levantamento e teste de hipóteses. Uma equipe comentou que já havia feito uma experiência similar com uma pena e outro objeto em outro momento. O indicador organização de informações foi verificado quando uma aluna destacou que já havia visto esse assunto em livros, relacionando o fato a queda de uma bala de canhão e uma de revólver. Isso demonstra, também, a ocorrência do indicador explicação do fenômeno e organização de informações. Ao realizarem um experimento com uma borracha e um pedaço de papel crepom, para verificação de hipóteses, foi utilizado o indicador levantamento e teste de hipóteses.

As respostas apresentadas pelas duas turmas mostraram que a maioria dos grupos apontaram que o martelo cairia primeiro em função do seu peso. Alguns grupos citaram

outros motivos como a massa, a densidade e a gravidade como fatores para que o martelo caísse antes. Apenas dois grupos apontaram a influência do “vento” atuando na pena fazendo com que ela caísse depois. A equipe I foi a única que apresentou a resposta mais coerente: “O martelo. O vento influencia na pena por ela ser muito leve, fazendo com que ela “flutue”, por isso ela demora mais para chegar ao chão”, evidenciando a manifestação dos indicadores explicação, justificativa e previsão do fenômeno.

Em seguida, passou-se para a Organização do Conhecimento com a atividade 2:

“Realizar um experimento sobre a queda de dois corpos, sendo uma folha sulfite aberta e o outro uma folha sulfite dobrada 3 vezes. Solicitamos que os alunos soltassem estas duas folhas ao mesmo tempo e da mesma altura, e observassem o fenômeno. Eles responderam as seguintes questões: a) Os dois corpos têm o mesmo peso? Mesmo depois de dobrados? b) Qual dos corpos cai primeiro? c) Qual a ideia do grupo sobre o que influenciou na queda mais rápida de uma das folhas?”

Quadro 2 - Atividades 2: Organização do Conhecimento.

Fonte: Produção nossa.

Os alunos realizaram a atividade com ampla participação nos grupos. Fizeram os experimentos diversas vezes, observaram os fenômenos, discutiam e registraram os dados, requisitos para a evidência do indicador levantamento e teste de hipóteses.

Uma das equipes fez uma observação importante tendo uma divergência sobre a diferença de tempo na queda das duas folhas: primeiro divergiram sobre o peso das folhas. Uns acreditavam que a folha dobrada era mais pesada e outros acreditavam que o peso não se alterava. Outros colocaram que seria a forma como se soltava as folhas e um aluno apontou que aquilo tinha relação com o formato dos carros de corrida os quais tinham que “cortar” a resistência do ar para correr mais, evidenciando assim o indicador explicação e justificativa do fenômeno. Outra equipe fez a relação entre a queda de duas camisetas sendo uma aberta e uma dobrada na qual observou-se os indicadores explicação e justificativa do fenômeno, do indicador raciocínio proporcional e do indicador organização de informações.

Houve uma divisão quanto ao peso da folha aberta e da fechada. Metade dos alunos alegaram que o peso da folha ficaria maior após dobrá-la e que a folha dobrada cairia primeiro, alegando que “vento” (ar) é o principal fator que influenciou na queda da folha aberta. Com vocabulário próprio do grupo, a equipe A apresenta uma resposta coerente justificando o motivo da folha aberta chegar depois da folha dobrada: “Que o

dobrado tem menos arrasto do vento, por isso ele cai e o outro paira”. Isso demonstra a manifestação do indicador explicação, justificativa e previsão do fenômeno e do indicador classificação de informações.

Prosseguiu-se com a atividade 3, a qual tinha o seguinte enunciado:

“Realizar um experimento nos grupos com a queda de dois corpos, sendo uma folha sulfite e um livro. Primeiro foi solicitado aos alunos para soltar o livro e a folha sulfite ao mesmo tempo e na mesma altura e observar o fenômeno. Em seguida, os alunos deveriam soltar os dois corpos ao mesmo tempo, com a folha sulfite a poucos centímetros acima do livro e observarem o fenômeno. Foi proposto aos alunos as seguintes questões: a) Os dois corpos têm o mesmo peso? Qual tem peso maior e qual tem peso menor? b) Na primeira situação, qual corpo caiu primeiro? Por quê? c) Na segunda situação, qual corpo caiu primeiro? Por quê?”

Quadro 3 - Atividades 3: Organização do Conhecimento.

Fonte: Produção nossa.

Os alunos continuaram empolgados no desenvolvimento das atividades, propondo diversas formas de soltar no ar a folha e o livro, as quais não haviam sido prescritas. Uma equipe utilizou a parede como referencial para observar a queda destes materiais e relacionou este fenômeno com o de pessoas que caem na água, diferenciando quem mergulha de cabeça e quem cai de barriga. Nesta situação, observaram-se os indicadores levantamento e teste de hipóteses, explicação, justificativa de fenômenos e a seriação, organização e classificação de informações.

Os grupos responderam que o livro era mais pesado que a folha. A maioria deles indicou que, ao soltar os dois, um ao lado do outro, o livro cairia primeiro devido seu peso, mas algumas equipes citaram a influência do ar na folha atrasando sua queda. Quanto ao soltar a folha logo acima do livro, observou-se que a maioria apontou que o livro cai antes por ser mais pesado. Porém, alguns grupos percebem que ao cair, o livro faz um vácuo que puxa a folha, evidenciando, assim, o indicador explicação, justificativa do fenômeno, e o indicador organização e classificação de informações. A equipe M registrou a seguinte resposta na letra b: “O livro cai antes porque o vento a mantém no alto”. Pode-se perceber que, apesar da falta de coesão, a resposta indica que a folha demora mais para cair pela ação do ar. Esta mesma equipe coloca na letra c a seguinte resposta: “Os dois caem juntos, porque o livro atrapalha a passagem do vento”. Aqui também se nota que a equipe entendeu que o livro dificulta a ação do ar na folha, fazendo com que ela caia junto com ele, evidenciando, assim, o indicador explicação, justificativa do fenômeno e o indicador organização e classificação de informações.

Seguiu-se com a atividade 4, assim enunciada:

“Realizar um experimento de queda de dois corpos onde um é um cubo de madeira do Material Dourado, e outro um bastonete com uma dezena de cubos, também do Material Dourado. Pedimos para que os alunos soltassem estes corpos da mesma altura e ao mesmo tempo e observassem o fenômeno, respondendo as seguintes questões: a) O peso dos corpos é a mesmo? Qual é maior e qual menor? b) Os corpos caem de forma diferente? Qual foi mais rápido? Por quê?”

Página | 272

Quadro 4 - Atividades 4: Organização do Conhecimento.

Fonte: Produção nossa.

Este experimento também foi realizado com bastante empolgação e mostrou-se o mais controverso para os alunos. Alguns alunos tinham dúvidas sobre o peso dos dois objetos do experimento, mesmo após o comentário que foi feito sobre as relações de unidade do cubo para a de dezena do bastonete. Três grupos montaram uma balança de alavanca com lápis, régua e borracha para verificar quem tinha maior peso ou massa, demonstrando o indicador levantamento e teste de hipóteses. Alguns grupos utilizaram o celular para gravar as quedas e verificar o momento exato em que chegavam, evidenciando o indicador teste de hipóteses. Um grupo queria baixar o aplicativo *efectum* para filmagem em câmera lenta o qual poderiam verificar as quedas com mais precisão, mas não tiveram êxito, pois não conseguiram acessar a internet, apresentando, desta forma, o indicador levantamento e teste de hipóteses, assim como o indicador organização de informações.

Todos os grupos concluíram que o bastonete era mais pesado que o cubo, apresentando o indicador classificação de informações. Eles ficaram divididos quanto a questão de os dois corpos chegarem juntos ou caírem em tempos diferentes. As explicações sobre isso foram diversas e citaram as diferenças de peso, a composição dos corpos, a influência do ar, evidenciando, assim, o indicador explicação e justificativa do fenômeno e o indicador classificação de informações.

A próxima atividade desenvolvida foi a leitura do texto adaptado “A queda dos Corpos: Um pouco de História” (Dias, 2011). Após a leitura ser realizada em voz alta por alguns alunos, realizou-se algumas discussões sobre o que o texto dizia e em seguida os alunos foram orientados a responder as questões do roteiro. Neste texto, pretendeu-se explorar as ideias de dois grandes pensadores: Aristóteles e Galileu Galilei. Na atividade 5 as questões referentes ao texto foram:

“a) Quais as diferenças entre os pensamentos de Aristóteles e Galileu quanto a queda de um corpo? b) O que as pessoas pensam na atualidade sobre a queda de um corpo está mais de acordo com Aristóteles ou Galileu? Por quê?”

Quadro 5 - Atividades 5: Organização do Conhecimento.

Fonte: Produção nossa.

Página | 273

Os grupos apresentaram algumas diferenças entre as ideias dos dois pensadores e quanto ao pensamento das pessoas atualmente. A maioria apontou para as ideias de Galileu. Isso mostrou uma contradição visto que a maioria dos grupos apresentou pensamento semelhante aos de Aristóteles na problematização inicial e alguns, ainda, mantinham este posicionamento. Acredita-se que esta percepção ocorreu de forma mecânica, pois associaram os questionamentos de Galileu à Aristóteles, exposto no texto numa sequência histórica linear, e não por suas ideias serem entendidas pela maioria das pessoas, as quais ainda pensam semelhante ao do filósofo.

Prosseguiu-se com a atividade 6:

Assistir ao vídeo “Queda livre em câmara de vácuo” disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=cqp217OiM>. O vídeo apresenta uma experiência na qual eram largados no mesmo instante e da mesma altura uma bola maciça e um chumaço de penas dentro de uma câmara de vácuo. Na primeira situação os corpos eram largados com a presença de ar no ambiente e no segundo momento a câmara era fechada e o ar retirado. Quais as diferenças observadas nas quedas na presença e na ausência de ar?

Quadro 6 - Atividades 6: Organização do Conhecimento.

Fonte: Produção nossa.

As respostas apresentadas pelas duas turmas foram bem similares e mostraram que todos os grupos entenderam as diferenças quando um corpo cai com e sem o efeito do ar. Quase todos afirmaram que, no ambiente com ar, a bola maciça cai primeiro, pois o ar faz efeito nas penas, ao passo que na câmara de vácuo todos os corpos caem juntos. A equipe D sintetizou uma resposta que mostra de forma clara o entendimento da atividade: “quando se tinha ar o objeto mais pesado caía antes, já quando não se tinha ar os dois objetos caíam juntos, provando assim que o ar interfere na queda”. Nesta explicação, nota-se o indicador organização e classificação de informações e do indicador explicação justificativa de fenômeno.

Neste momento alguns alunos começaram a relacionar o que observaram no vídeo com os experimentos realizados anteriormente, buscando explicá-los com os novos

conhecimentos adquiridos, demonstrando, assim o indicador organização e classificação de informações e do indicador explicação e justificativa do fenômeno.

A atividade 7 envolvia um outro vídeo:

Assistir ao vídeo: “Apollo 15 Hammer and Feather” disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=03SPBXALZI>. Vídeo que apresenta o momento em que o astronauta David Scott solta, de uma mesma altura e no mesmo instante, uma pena e um martelo em ambiente lunar. Por que o martelo e a pena caem na mesma velocidade na lua e por que isso não acontecia na Terra?

Quadro 7 - Atividades 7: Organização do Conhecimento.

Fonte: Produção nossa.

As respostas das duas turmas mostraram que os grupos entenderam a diferença da queda do martelo e da pena na Lua e na Terra. Em sua maioria, os grupos colocaram que na Lua os dois caem juntos pelo fato de não existir ar que faça resistência e atrase a queda da pena, ao passo que na Terra isso não ocorre pelo efeito que o ar exerce nos corpos. Alguns grupos relacionaram o ambiente lunar com a câmara de vácuo estudada na atividade anterior. A resposta da equipe K foi a seguinte: “Porque na Lua não tem ar e aqui na terra sim, vemos isso na experiência da câmara de vácuo”. Nesta resposta, observa-se o indicador organização e classificação de informações, do indicador explicação e justificativa de fenômenos e do indicador raciocínio proporcional.

Assim chega-se ao Terceiro Momento Pedagógico, que é a Aplicação do Conhecimento.

Para este momento propusemos aos alunos a construção de um paraquedas com o intuito de explorar mais os conhecimentos sobre o assunto. Avisamos os grupos que faríamos uma competição entre eles para ver qual grupo produziria o paraquedas que permaneceria mais tempo no ar. Assim, eles deveriam pensar nos materiais que utilizariam para construir o modelo bem como na sua estrutura e trazer para a aula no dia indicado.

Quadro 8 - Atividades 8: Aplicação do Conhecimento.

Fonte: Produção nossa.

Os grupos se dedicaram a construir seus paraquedas. Os modelos foram os mais variados possíveis e eles começaram a comentar quem seriam os possíveis campeões, analisando os modelos construídos, evidenciando o indicador organização de

informações, o indicador previsão de fenômenos e o indicador Alfabetização Científica prática.

As hipóteses apresentadas pelos alunos, sobre o funcionamento dos paraquedas, foram as seguintes: 9A: “Os paraquedas deveriam segurar o ar para ficar mais tempo suspensos, o ar deveria fazer resistência neles, os materiais deveriam ser mais leves para que eles ficassem por mais tempo no ar, a estrutura dos paraquedas deveria facilitar a entrada do ar, a sacola deveria ter uma área grande para ‘pegar’ mais ar”; no 9B: “o ar deveria fazer resistência para que eles ficassem mais tempo no ar, a sacola deveria ter uma superfície grande para o ar atuar e fazer mais resistência, o desempenho dependeria do tipo de material (havia paraquedas de plástico e de tecido), quanto mais pesado, mais rápido ele cairia”. Neste momento ficou bem caracterizado o indicador levantamento e previsão de hipóteses.

Cada turma soltou seus paraquedas de alturas diferentes. O 9A soltou na escada de incêndio e o 9B soltou dentro do refeitório, visto que estava ventando muito no momento. Fizeram várias tentativas, primeiro soltando cada modelo separadamente, depois todos juntos. Foram selecionados os que permaneciam mais tempo no ar, focando nestes para descobrir qual seria o vencedor, demonstrando o indicador teste de hipóteses.

Depois de soltar os paraquedas retornou-se à sala de aula e pediu-se para que os alunos respondessem as questões da atividade 8, em que se questionou se todos os paraquedas se abriram e as suas justificativas. A maioria dos grupos colocou que “sim” e o motivo foi a influência do ar. Perguntou-se também se houve diferença de tempo nas quedas deles e qual seria o motivo; todos os grupos colocaram que houve diferença de tempo e a maioria apontou para a influência do ar como motivo. Alguns grupos ainda citaram o peso como fator que influenciou a queda. Questionou-se sobre o que fazia um paraquedas descer e o que o fazia se abrir. A maioria apontou para o peso como responsável pela queda, assim como o ar seria o responsável pela abertura deles. Quando perguntados sobre o que aconteceria se um paraquedas não se abrisse, a maioria respondeu que ele cairia mais rápido por não existir resistência do ar. No último questionamento sobre esta atividade, foi indagado se haveria diferença entre soltar estes paraquedas aqui e em ambiente lunar. A maioria alegou que haveria diferença, pois na lua não tem ar e aqui na terra tem. Alguns citaram que eles cairiam em tempos iguais na

Lua, demonstrando o indicador organização e classificação de informações e o indicador explicação justificativa de fenômenos.

No 9B uma situação evidenciou bastante o entendimento sobre a influência do ar na queda dos paraquedas, contrapondo-se à ideia do peso como principal fator. As duas equipes que ficaram para a decisão tinham paraquedas distintos nos quais um era mais leve que o outro. Depois de soltar eles várias vezes, verificou-se que o mais pesado permanecia mais tempo no ar. Explorou-se essa questão com a turma, a qual percebeu que este demorava mais para cair devido a sua estrutura ser mais ampla e receber maior resistência do ar. Nesta situação evidenciou-se o indicador organização e classificação de informações e o indicador/explicação justificativa de fenômenos.

Após realizar a atividade do paraquedas e responder as perguntas exploratórias, discutiu-se as hipóteses levantadas por eles visando verificar se o que foi levantado pode ser verificado. Neste momento também foi feita uma discussão sobre os usos que as pessoas podem fazer dos paraquedas. Provocados pelos professores, eles colocaram que um paraquedas pode ser utilizado para entretenimento, em situações de guerra, para salvar pessoas, para levar alimentos e remédios. Este momento foi importante para discutir as utilidades do objeto que estavam estudando como um artefato tecnológico construído pelo homem.

Para finalizar este momento, foi pedido para os grupos retornarem à problematização inicial que introduziu as nossas aulas. Os grupos mostraram considerável mudança conceitual, considerando a resistência do ar como o principal agente influenciador na queda do martelo e da pena. Neste retorno à problematização inicial, observou-se o indicador organização e classificação de informações e o indicador explicação e justificativa de fenômenos.

Como atividade final, os alunos fizeram uma avaliação dos exercícios desenvolvidos durante a execução da sequência didática. Através das respostas, verificou-se que todos apontaram que as atividades foram motivadoras, dinâmicas e ajudaram muito no processo de aprendizado, devido à organização das atividades em grupo, aos experimentos propostos e aos debates de ideias. Apesar de toda a sequência ser desenvolvida numa perspectiva crítica, notou-se também que alguns alunos ainda mantiveram ideias de senso comum, atribuindo ao peso a maior rapidez de queda de um

corpo. Isso mostra o quanto deve-se desenvolver mais atividades orientadas nesta perspectiva, aprimorando cada vez mais o processo de Alfabetização Científica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho foi elaborado com o objetivo de desenvolver uma proposta didática que trabalhasse o conteúdo Queda dos Corpos com alunos do nono ano do Ensino Fundamental. Nesta proposta adotou-se por princípio uma metodologia de ensino ativa, isto é, que tenha o aluno como protagonista no processo de aprendizagem. Buscou-se promover o estabelecimento de novas relações com o conhecimento científico, provocando, assim, mudança nos conhecimentos prévios do estudante. Utilizando os referenciais teóricos sobre a Alfabetização Científica e Tecnológica, foi elaborada a sequência didática dentro da dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos. A aplicação dela surtiu muitos resultados significativos, os quais foram apresentados nas atuações dos alunos durante a sua execução, bem como no processo de aprendizagem que se mostrou eficaz devido às respostas colocadas.

Nesta proposta, o objetivo era confrontar os conhecimentos que os alunos tinham com situações instigantes e perturbadoras. A problematização inicial parecia, de certa forma, muito simples de se resolver. Alguns alunos questionaram se não havia nenhuma pegadinha no que estava sendo problematizado, pois parecia ser óbvia a resposta. Então, eles foram orientados a questionar o que parece ser óbvio, pois nem sempre a crença mais intuitiva corresponde com a explicação científica de um fenômeno. A meta era desenvolver o pensamento crítico nesta problematização que, de acordo com McPeck (1981/1990, apud VIEIRA e VIEIRA, 2013) define o pensamento crítico como “o uso apropriado de cepticismo reflexivo no âmbito de um problema de determinada área em consideração”.

Por meio dos dados constituídos por esta experiência, foram verificados indicadores de Alfabetização Científica e Tecnológica. O carácter experimental das atividades e a oportunidade de expressar opiniões, impressões, e posições possibilitaram aos alunos a vivência da atividade científica e a construção processual dos conhecimentos. Isso mostrou que a ciência não é neutra, nem objetiva, visto que os conceitos prévios foram colocados a prova e testados.

Os experimentos possibilitaram o levantamento de hipóteses, sua testagem, discussão de resultados e registro das conclusões. Neste processo destaca-se a importância da argumentação desenvolvida nos grupos. Alunos que geralmente tinham um papel passivo, muitas vezes apontados no Conselho de Classe por não participarem de atividades em diversas aulas, apresentaram ideias, discutiram, e propuseram soluções para validar ou refutar uma determinada posição frente ao que estava sendo investigado, permitindo, assim, que o pensamento divergente e as controvérsias fossem respeitadas e colocadas em teste.

A dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos, presente na estrutura desta proposta, foi muito importante no processo, pois possibilitou a problematização e contextualização do fenômeno de queda dos corpos, visto que as visões aristotélicas e de senso comum, puderam ser confrontadas.

REFERÊNCIAS

BYBEE, R. W. **Achieving scientific literacy**. In :The science teacher, v. 62, n. 7, p.28-33, Arlington: United States, oct. 1995.

DAMIANI et al. Discutindo pesquisa do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, n. 45, p. 57-67, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/3822>. Acesso em: 13 jul. 2019.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DIAS, M. A. **Utilização de fotografias estroboscópicas digitais para o estudo da queda dos corpos**. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2019.

LORENZETTI, L. **Alfabetização Científica no Contexto das Séries Iniciais**. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científica no Contexto das Séries Iniciais. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n.

1, p. 45-61, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v3n1/1983-2117-epec-3-01-00045.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2019

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

MARQUES, A. C. D. L.; MARANDINO, M. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. **Educação & Pesquisa**, São Paulo, v. 44, p. 1-19, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v44/1517-9702-ep-S1678-4634201712170831.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2019.

Página | 279

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v.12, n. 1, p. 117-128, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n1/08.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2019.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2011

OLIVEIRA, S. **Limites e potencialidades do enfoque CTS no ensino de Química utilizando a temática do ar interior**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

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_revis%C3%A3o_bibliogr%C3%A1fica.pdf. Acesso em: 19 jul. 2019.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, ensino por investigação e argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, p. 49-67, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00049.pdf>. Acesso em: 19 de jul. 2019.

SHEN, B. S. P. **Science Literacy**. In: *American Scientist*, v. 63, p. 265-268, may-jun. 1975.

VIEIRA C. T.; VIEIRA R.M. Literacia e Pensamento Crítico: um referencial para a Educação em Ciências e em Matemática. **Revista Brasileira de Educação**, local, v. 18, n. 52, p.176, jan-mar, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v18n52/10.pdf>. Acesso em: 19 de jul. 2019.

VIECHENESKI J. P.; CARLETTO, M.R. Iniciação à Alfabetização Científica nos Anos Iniciais: contribuições de uma sequência didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 18, n.3, p. 525-543, 2013. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/112/76>. Acesso em: 19 de jul. 2019.

Submetido em: 13 de julho de 2019.

Aprovado em: 24 de setembro de 2019.