

Ensino por investigação, centro de ciências, práticas científicas e epistêmicas: análise de uma intervenção pedagógica^{+,*}

*Jéssica Adriane de Souza Bodevan*¹

Escola Estadual de Ensino Médio Ormanda Gonçalves
Vila Velha – ES

*Geide Rosa Coelho*¹

Universidade Federal do Espírito Santo
Vitória – ES

Resumo

Este trabalho analisa uma intervenção pedagógica, ancorada no ensino por investigação e realizada em um centro de ciências, de uma professora de Física da educação básica com seus estudantes da primeira série do Ensino Médio. Trata-se de uma pesquisa qualitativa e do tipo intervenção cujo objetivo foi analisar o desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas destes estudantes. Para análise destas práticas utilizamos as interações discursivas obtidas por meio das transcrições em áudio e vídeo da gravação da intervenção no centro de ciências. Os resultados indicam o desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas, principalmente a avaliação de ideias (PE3), legitimação de ideias (PE4), levantamento e teste de hipóteses (PC2) e trabalho com novas informações (PCI), trazendo contribuições para o processo de construção de conhecimento. Ao final discutimos implicações para que outras atividades dessa natureza possam ser desenvolvidas nos espaços escolares e não escolares a fim de trazer contribuições para educação científica.

Palavras-chave: *Ensino de Física; Ensino por Investigação; Centro de Ciências; Práticas Epistêmicas e Científicas.*

⁺ Inquiry-based teaching, science center, scientific and epistemic practices: analysis of the pedagogical intervention

^{*} *Recebido: 24 de agosto de 2021.
Aceito: 10 de novembro de 2022.*

¹ E-mails: jessicabodevan@icloud.com; geidecoelho@gmail.com

Abstract

This work analyzes a pedagogical intervention, anchored in inquiry-based teaching and carried out in a science center, by a general education Physics teacher with high school freshman students. It is an interventional, qualitative research whose objective was the study of the development of scientific and epistemic practices in students. To analyze these practices we used the discursive interactions obtained through the audio and video transcripts of the recording of the intervention at the science center. The results indicate the development of scientific practices and epistemic ideas, mainly evaluation of ideas (PE3), legitimation of ideas (PE4), survey and testing of hypotheses (PC2) and working with new information (PC1), contributing to the process of construction of knowledge. Final considerations discussed for other educational activities of this nature and cannot be promoted in school activities in order to bring scientific contributions.

Keywords: *Physics Teaching; Inquiry-based Teaching; Science Center; Epistemic and Scientific Practices.*

I. Introdução

Os estudos no campo da educação científica têm defendido o ensino de ciências como possibilidade de formação para cidadania, para isso as práticas educativas devem se fundamentar em um projeto emancipador e de inclusão social, em uma perspectiva de defesa do ser humano, da justiça social e da democracia (MARQUES; MARANDINO, 2018). As autoras supracitadas apostam nos espaços de educação não formal (como museus e centros de ciências) como potenciais para esse processo emancipatório da população em geral (desde a infância) e dos sujeitos em processo de escolarização, pela possibilidade de participarem de conversas sobre ciência, pesquisas científicas, seus resultados e implicações sociais. Sasseron (2019) tem defendido o ensino por investigação como abordagem para alcançar esses objetivos. Isto porque para a autora, a apropriação e domínio dos conteúdos, técnicas, processos das ciências contribuem para análise de situações da vida em sociedade. Neste sentido, encontramos uma aproximação das ideias das autoras com relação a uma educação, seja no ambiente escolar ou não escolar, que envolva as pessoas em processos e práticas sociais da ciência com vistas à compreensão crítica da realidade.

Este artigo apresenta, como contexto de intervenção pedagógica para o desenvolvimento de práticas sociais da ciência, um centro de ciências e o ensino por investigação como abordagem para direcionar todo processo educativo. Os nomes dessas práticas sociais identificadas em processos educativos variam na literatura entre: práticas

científicas escolares (SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015), práticas epistêmicas (SILVA, 2009; SASSERON; DUSCHL, 2016), práticas epistêmicas e científicas (SASSERON, 2018), normas e práticas culturais nas aulas de ciências (NASCIMENTO; SASSERON, 2019) ou elementos de investigação (SASSERON, 2021).

Optamos pela utilização dos termos práticas científicas e epistêmicas. Entretanto, em nosso entendimento, essas práticas se diferenciam na literatura pelos nomes adotados, mas assumem como o objetivo, de um modo geral, a identificação e compreensão das ações das pessoas durante as atividades de ensino de ciências que as permitem propor, avaliar e comunicar conhecimentos científicos.

Ao colocar em evidência a educação científica promovida por centros/museus de ciências e ao pensar nas diversas possibilidades promovidas pela relação museu-escola, tendo em vista a formação científica dos visitantes, consideramos que esses locais são parceiros fundamentais da educação formal em ciências (ROLDI; SILVA; CAMPOS, 2019). A visitação a esses espaços pode promover uma interatividade reflexiva dos visitantes (NASCIMENTO; COSTA, 2002). Esse nível de interatividade é potencializado pelo diálogo entre diferentes pessoas (estudantes, professores e mediadores) com o acervo local e permite estabelecer diferentes conexões entre experiências e aprendizagens construídas em diferentes contextos, sejam eles escolares ou não. Neste trabalho, assumimos a pertinência dos centros de ciências como espaços aliados às ações estabelecidas no ambiente escolar. Barbosa, Garcia Júnior e Freitas (2021) indicaram que, de modo geral, atividades escolares desenvolvidas nessa interlocução contribuem para motivação estudantil, aprendizagem curricular, formação humana e interdisciplinaridade.

Apresentado o contexto, neste estudo buscamos analisar o desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas em uma atividade desenvolvida por uma professora de Física (primeira autora desta pesquisa) fundamentada no ensino por investigação e realizada em um centro de ciências. Pesquisas como esta contribuem para ampliarmos o debate sobre a educação científica desenvolvida em articulação com museus e centros de ciências.

II. Educação em centros/museus de ciências e a interlocução com a escola

Comumente os centros/museus de ciências são reconhecidos como espaços institucionalizados compostos por objetos científico-culturais, e têm o propósito de promover a interação dos visitantes com fenômenos naturais, sociais e científico-tecnológicos (JACOBUCCI, 2008). Esses espaços geralmente contam com colaboradores para estabelecer a mediação com os visitantes e os objetos científicos-culturais² relacionados à ciência e à tecnologia, o que é fundamental para estabelecer processos de construção de conhecimento

² A depender da natureza do centro ou museu de ciências os objetos científicos-culturais disponíveis para a interação apresentam diferentes nomes.

(JANJACOMO, 2018). Por tudo isso, os centros/museus de ciências são, comumente, reconhecidos pelo seu potencial educativo.

Do ponto de vista do público escolar, os centros/museus de ciências promovem aos estudantes e seus professores uma possibilidade de ampliar as experiências com conhecimento científico, bem como a possibilidade de socializar conhecimentos do contexto escolar, além de estimular a procura por novos saberes (MOTA; CANTARINO; COELHO, 2018). Embora esses espaços sejam reconhecidos como potencial educativo e ambiente propício à divulgação científica (COLOMBO JUNIOR; AROCA; SILVA, 2009; MARANDINO; CONTIER, 2015; ROLDI; SILVA; CAMPOS, 2019; AMADO; GILLES, 2019) algumas pesquisas problematizam a utilização desses espaços sinalizando para algumas limitações.

Em uma investigação sobre as potencialidades e desafios da educação científica em um centro de ciências, Coelho, Breda e Brotto (2016) reconhecem que esses espaços contribuem para construção da cultura científica por meio dos seus processos dinâmicos e interativos e, com isso, promovem a democratização do conhecimento científico. Entretanto, os autores relatam a importância de ressignificar a mediação nesses espaços para que possamos avançar de uma postura diretiva e explicativa para uma perspectiva mais dialógica e compartilhada de saberes entre mediadores e visitantes.

Os autores evidenciaram que a maioria dos professores utilizou a visita a centros de ciências como forma de articular teoria e prática. Entretanto, os professores consideraram que as conversas estabelecidas no espaço deveriam ser totalmente mediadas pelos monitores do local, de forma que assumiam uma postura pouco participativa nos processos interativos. Esses resultados indicam a necessidade de os educadores ressignificarem suas concepções a respeito dos processos educativos estabelecidos nesses espaços e de suas potencialidades na articulação com as ações desenvolvidas com a escola.

Nessa mesma perspectiva, Oliveira e Almeida (2019) problematizam que em alguns casos existe uma tentativa de participação dos professores durante a visita, entretanto esta é feita sem planejamento e intencionalidade:

Nas falas dos entrevistados observou-se a frequência dos professores em tentar relacionar o conteúdo ministrado em sala com o que está sendo visto durante a visita, porém não demonstrou ser algo planejado, mas em um “jogo de cintura” do professor em contemplar seus conteúdos aproveitando à ida da escola ao CCPP³, contribuições que apareceram como “flash” ou “insight”, marcados nas falas dos entrevistados se referindo aos professores, “lembram disso?” (OLIVEIRA; ALMEIDA, 2019, p. 356).

³ Centro de Ciências e Planetário do Estado do Pará, local de realização da pesquisa dos autores Oliveira e Almeida (2019).

Os argumentos apresentados até o momento sinalizam para a importância de um planejamento didático bem estruturado e ancorado em pressupostos teórico-metodológicos que possam contribuir para aprendizagem dos estudantes nesses processos de visitação. Destaca-se ainda a importância de articular nesse planejamento às temáticas trabalhadas na escola, às especificidades da turma e ao potencial do espaço para o compartilhamento de saberes científicos (QUEIROZ *et al.*, 2011). Sinalizamos, portanto, para intencionalidade educativa que perpassa a educação não formal típica dos centros/museus de ciências, pois:

o conceito de educação não formal pressupõe uma concepção ampliada de educação, entendida como processo que se situa em diferentes espaços e tempos... Trata-se de um tipo de educação intencional, metódica, com objetivos definidos, mas não circunscrita à escolaridade convencional (MARQUES; MARANDINO, 2018, p. 12).

Nessa perspectiva, assumimos os centros/museus de ciências como espaços que possibilitam articulações com atividades escolares com vistas a potencializar a educação científica dos estudantes. Isto é, a utilização desses espaços deve fazer parte do planejamento didático e requer novas interações entre estudantes, professores e mediadores para que a visão do passeio/visita se amplie para um passeio/visita educativo, ou seja “*que as experiências vivenciadas pela audiência se projetam para além do deleite e da diversão*” (SCALFI; MARANDINO, 2021, p.147).

III. O ensino por investigação e desenvolvimentos de práticas epistêmicas e científicas

O ensino por investigação pode ser considerado como uma abordagem em que o professor promove condições para que os estudantes: pensem, considerando a estrutura do conhecimento científico; falem, apresentando argumentação e construção de conhecimento; leiam, de forma crítica; e escrevam demonstrando clareza de ideias (CARVALHO, 2018).

O ensino por investigação vincula-se a uma concepção de educação democrática e de ciência como empreendimento público que busca aproximar a aprendizagem em ciências das práticas, normas e linguagem da ciência. Esta aproximação é materializada por meio de atividades problematizadoras que propiciam o desenvolvimento da autonomia discente, inserindo-os em um novo contexto discursivo e em outro modo de pensar: que é o modo de pensar da ciência (NASCIMENTO; SASSERON, 2019; SILVA JUNIOR; COELHO, 2020). Essas atividades podem ser apresentadas em diferentes formatos: experimental, demonstração, de simulação, atividades teóricas, situações históricas, entre outras (SÁ *et. al.* 2007). O que é importante é que elas estejam associadas à proposição de uma situação-problema e que os estudantes, com o professor (ou mediador de um centro/museu de ciências), se engajem em processos de proposição, comunicação e avaliação de ideias na tentativa de solucioná-las (SILVA; OLIVEIRA; SUART, 2021). Ao final do processo é

importante que ocorra a construção de consensos e sistematizações pelo grupo sobre os conteúdos escolares que se pretende estudar.

Barcellos *et al.* (2019) afirmam que as ações de estudantes, durante atividades baseadas no ensino por investigação, vão além da observação e manipulação de objetos. Essas ações se relacionam ao desenvolvimento de questionamentos, organização de ideias e argumentação. Os autores também destacam a polissemia acerca do ensino por investigação, mas reconhecem o consenso entre os pesquisadores, que essa abordagem está atrelada a situações-problema como disparador do processo educativo. Deste modo estamos de acordo que,

ao concebermos o ensino por investigação como uma postura pedagógica e não como um método a ser aplicado, estamos destacando a importância da mediação balizada por uma situação-problema possibilitar a criação de um ambiente investigativo em sala de aula tornando-a um espaço no qual os estudantes podem compartilhar experiências, informações e saberes uns com os outros e com o professor (COELHO; AMBRÓZIO, 2019 p. 496).

Portanto, “falar em ensino por investigação é falar sobre a construção de conhecimento por intermédio de problematizações em que estudantes, suportados por seus professores, são agentes ativos do processo” (BODEVAN, 2020, p.34). Em nosso entendimento estar ativo no processo é engajar-se durante a realização da atividade, trazendo contribuições para a resolução da situação-problema, isto é: questionar, argumentar, levantar hipóteses, elaborar justificativas, socializar ideias, entre outras práticas que possam colaborar para a construção de conhecimento ou de novos sentidos dos conceitos trabalhados durante a aula.

Pesquisadores têm problematizado o foco dado, em maior intensidade, à aprendizagem de conceitos muitas vezes desvinculados dos elementos da cultura científica nas aulas de ciências (MUNFORD; LIMA, 2007; SASSERON, 2015). Entretanto, ao assumirmos o ensino por investigação como abordagem, destacamos que buscamos a construção de conhecimento por meio da inserção dos estudantes em práticas e normas sociais que regem a cultura⁴ científica. Neste sentido, é pertinente nos atentarmos para a necessidade de uma aproximação entre as culturas educacional e científica, considerando que:

Não se trata de pensar em desenvolver a cultura científica entre os estudantes, que se encontram em uma cultura escolar. Trata-se de conceber uma cultura científica escolar que influenciaria a constituição de normas e de práticas em sala de aula que atendessem não apenas a regras que vertem e regem as situações didáticas, mas um conjunto de normas e práticas escolares próprias e adequadas às aulas de ciências da natureza explicitando esse hibridismo (SASSERON, 2015, p.62).

⁴ O conceito de cultura é polissêmico e complexo. Neste trabalho, dialogamos com Sasseron (2015) que apresenta a noção de cultura articulada às normas e práticas que regem o que um determinado grupo social faz e o modo como essas ações são desempenhadas por eles em um contexto bem demarcado.

Isso nos sinaliza para a importância do planejamento das aulas de ciências tendo em vista além dos conceitos, situações que possam promover a inserção dos estudantes nessas práticas culturais. Em uma pesquisa, a respeito das práticas culturais da ciência no ambiente educacional, Kelly e Licona (2018) argumentam que os objetivos educacionais podem variar entre conceitual, epistêmico e social a depender da abordagem educacional.

Em nosso entendimento o objetivo conceitual diz respeito ao conteúdo científico que orienta a construção dos modelos explicativos sobre os fenômenos naturais; o social tem relação com as formas coletivas de produção de conhecimento científico, ou seja, o convívio com os pares e o desenvolvimento de ações em conjunto; e o epistêmico tem relação com a apropriação e domínio dos modos de produção de conhecimento da ciência, isto é, como paradigmaticamente o pensamento se estrutura, como as ideias são organizadas, sistematizadas e legitimadas durante o processo educacional.

Em investigações realizadas em sala de aula, Franco e Munford (2020) evidenciaram articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social, isto é, os domínios não eram identificados de forma segregada nas falas (e ações) dos estudantes durante as aulas de ciências. Segundo os autores é possível existir um movimento do domínio epistêmico e social em encontro do domínio conceitual e vice-versa.

Ao fazer uma análise de uma atividade eletiva pautada no ensino por investigação com estudantes do ensino fundamental, Sasseron (2021) evidencia o ensino de ciências como prática que possibilita relação com as dimensões conceitual, social, material e epistêmica do conhecimento. Segundo a autora, “O ensino de ciências por meio das práticas surge como explicitação da compreensão da atividade científica como social e, em decorrência, como expectativa de possibilitar, aos estudantes, interações com diferentes domínios do conhecimento científico” (SASSERON, 2021, p. 2).

Nesse sentido, pensar o ensino de ciências por investigação também requer comprometimento em possibilitar aos estudantes o desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas. No que tange as práticas epistêmicas, essas são de natureza interacional, contextual, intertextual e consequencial. Interacional, pois é construída entre pessoas por meio de uma atividade; contextual porque está situada em práticas sociais e culturais de determinado grupo. Intertextual, por ser comunicada por discursos coerentes com signos e símbolos, e consequencial, por apresentar contribuições sociais relevantes por meio de conhecimentos legitimados (KELLY; LICONA, 2018).

Algumas práticas, como propor, comunicar, avaliar e legitimar, são importantes para a ciência e a educação, pois podem ser aprendidas conforme a participação e interação de determinado grupo e não são estáticas, podendo ser desenvolvidas com o decorrer do tempo. Importante destacar também que as práticas epistêmicas são endógenas e podem variar conforme o contexto e os objetivos pedagógicos de cada grupo social (KELLY; LICONA, 2018).

Seguindo essa perspectiva, compreendemos que as práticas epistêmicas estão articuladas a processos de construção de conhecimento de determinado grupo social por meio de interações dinâmicas e contextuais. Isso significa dizer, por exemplo, que as práticas epistêmicas desenvolvidas em um laboratório de iniciação científica podem se diferenciar de práticas epistêmicas desenvolvidas em atividades didáticas de ciências, mas ambas podem promover a construção/produção do conhecimento científico escolar de acordo com as metas educacionais planejadas. Contudo, há poucas proposições de como articular as práticas epistêmicas nas salas de aula (SASSERON; SILVA, 2021) e em outros contextos não escolares como centros de ciências.

Com o intuito de discutir o ensino de ciências em que estudantes estejam envolvidos em práticas características de atividades científicas, Sasseron (2018) analisou a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) levando em consideração o desenvolvimento de práticas epistêmicas e científicas. Para a autora:

as práticas científicas representam ações direcionadas à resolução de problemas, enquanto as práticas epistêmicas associam-se a aspectos metacognitivos da construção de entendimento e de ideias sobre fenômenos e situações em investigação (SASSERON, 2018, p. 1067).

Apesar da distinção da autora entre práticas científicas e epistêmicas, ambas constituem práticas sociais fundamentais no processo de proposição, comunicação, avaliação e legitimação de ideias nas ciências, pois envolvem ações materiais e intelectuais que são essenciais na produção de modelos explicativos. Neste sentido, as práticas científicas e epistêmicas são inter-relacionadas quando desenvolvidas com o objetivo de expressar o conhecimento científico em desenvolvimento por um determinado grupo social (SASSERON; SILVA, 2021).

Sendo assim, como o ensino de ciências por investigação pode contribuir para o desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas? Reconhecemos que o ensino por investigação, devido às suas próprias características, é uma abordagem didática que propicia o desenvolvimento dessas práticas, pois durante atividades ancoradas nessa perspectiva os estudantes serão inseridos em um ambiente dialógico, mais democrático e, portanto, favorável ao levantamento e teste de hipóteses, a proposição, comunicação, avaliação e legitimação de ideias, tornando-as normas e regras do processo educativo.

IV. Delineamento metodológico e contexto da pesquisa

Consideramos essa pesquisa como sendo qualitativa e do tipo intervenção pedagógica. Em pesquisas dessa natureza o termo intervenção tem o sentido de prática educacional, isto é, uma pesquisa aplicada e que possui interferências do educador-pesquisador no processo de produção e avaliação. As interferências devem ser planejadas e baseadas em um referencial teórico de forma que tragam contribuições para o processo de

ensino e aprendizagem (DAMIANI, 2012). Do ponto de vista metodológico pesquisas do tipo intervenção mantêm o foco na prática pedagógica e em sua análise por meio dos próprios dados gerados durante a intervenção (DAMIANI *et al.*, 2013).

Para maior entendimento deste delineamento metodológico, destacamos que as pesquisas do tipo intervenção pedagógica são divididas em dois componentes: (i) o método da intervenção e (ii) o método da avaliação da intervenção. Levando em consideração que o objeto dessa pesquisa está relacionado ao desenvolvimento e avaliação de uma atividade investigativa desenvolvida por uma professora de Física em um centro de ciências, na busca pela identificação de práticas epistêmicas e científicas, definimos nossos componentes da seguinte forma: (i) a abordagem didática do ensino por investigação e (ii) a identificação de práticas epistêmicas e científicas por meio das interações discursivas entre professora e estudantes ao longo do desenvolvimento da atividade pedagógica no espaço.

Os participantes desta pesquisa foram estudantes da primeira série do Ensino Médio regular de uma escola pública estadual localizada em um município da Grande Vitória, no Espírito Santo. Tínhamos 26 estudantes participando da atividade, sendo 14 meninos e 12 meninas. Por se tratar de estudantes menores de 18 anos, alguns procedimentos éticos foram cumpridos como a assinatura de Termos de Assentimento/Consentimento Livre Esclarecido (TALE/TCLE) e a carta de anuência da escola. Todos os participantes receberam nomes fictícios nas transcrições e tiveram sua identidade preservada⁵.

A intervenção no centro de ciências foi realizada no segundo semestre de 2019, especificamente no mês de agosto. Para avaliar/analisar a intervenção, utilizamos os dados gerados pela própria intervenção. Esses dados envolvem gravações em áudio e vídeo e as atividades de sistematização realizadas pelos estudantes durante a intervenção. Podemos citar o processo de gravação como um grande desafio da pesquisa. Em atividades dessa natureza desenvolvidas em ambientes abertos, como foi o caso na intervenção, há a necessidade de mais de um dispositivo para gravação de dados (como câmera e gravador de voz) de modo que o áudio não seja comprometido/perdido devido barulhos externos. Para realização dessa ação foi necessário um trabalho colaborativo, as gravações foram realizadas por um membro do grupo de pesquisa⁶, pela própria professora que fazia a mediação e por vezes pelos mediadores da Praça da Ciência que acompanhavam a atividade.

Para o processo de análise realizamos a transcrição⁷ das falas dos estudantes e da professora gerando o *corpus* (DAMIANI *et al.*, 2013). Deste *corpus*, interpretamos as interações e destacamos, à luz de referencial teórico discutidos nas seções anteriores, evidências do desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas.

⁵ O relato desta investigação é produto de um projeto de pesquisa mais amplo intitulado “Ensino de Física por investigação e a formação de professores da educação básica” sob o registro no comitê de ética/Plataforma Brasil CAAE: 69933017.8.0000.5542 com aprovação em 21 de julho de 2017.

⁶ Grupo de pesquisa formação docente, linguagem e cultura em educação em Ciências (GPFEC), a qual os autores desse artigo participam.

⁷ As transcrições das gravações foram realizadas por meio da escuta dos áudios e digitação manual.

O centro de ciências em tela foi a Praça da Ciência, localizada em Vitória-ES. A Praça da Ciência é um centro de ciências ao ar livre aberto ao público escolar, familiar e turístico. O espaço é administrado pela prefeitura local. O acervo é composto por equipamentos/experimentos/brinquedos⁸ que promovem a interação acervo-mediadores-visitantes. O espaço normalmente recebe grandes grupos de estudantes (mediante agendamento prévio), no entanto, para realização dessa pesquisa; foi necessário solicitar autorização da Secretaria de Educação de Vitória (Seme), a qual nos foi concedida⁹.

V. A atividade investigativa e o centro de ciências

Em nosso caso, o passo inicial para realizar a atividade investigativa em um centro de ciências foi a escolha do espaço. Levamos em consideração as possíveis parcerias que deveriam ocorrer entre os mediadores e a professora durante a realização da atividade, e a interlocução entre o acervo e a temática conceitual que seria abordada. A visita prévia ao centro de ciências, o diálogo com os mediadores e o planejamento da intervenção são extremamente importantes para que a articulação escola-centro de ciências possa ser estabelecida, pois é por meio dessa ação que professor conhece o local da intervenção e define os objetivos educacionais da visitação.

Apesar de visitas escolares serem muitos comuns nesse espaço, o objetivo pedagógico de ir à Praça da Ciência não era de uma visitação¹⁰ tradicional. Nossa proposta foi desenvolver uma atividade investigativa utilizando um equipamento do local de modo que essa experiência fizesse parte do processo formativo dos estudantes. Neste caso, a postura da professora não se caracterizou apenas como a acompanhante responsável pela turma, mas como própria mediadora da atividade em parceria com os mediadores da Praça da Ciência.

O experimento utilizado na intervenção foi o Plano inclinado¹¹. O dispositivo funciona como uma espécie de tirolesa e possui três opções de descida com três seguradores em diferentes níveis de altura em relação ao solo. Além de alturas diferentes, eles são de cores diferentes: laranja, azul e vermelho, distantes do solo a 3,06m; 2,76m e 2,10m respectivamente. Ao final da descida todos os seguradores estão equidistantes, a 2,0m, do chão.

A atividade foi desenvolvida a partir de duas situações-problema. O problema 1: *No equipamento Plano inclinado, ao puxar os três seguradores no ponto mais alto e soltá-los o que acontece? Eles chegam ao mesmo tempo? Por que isso acontece?* Em seguida o problema 2: *É possível descobrir a velocidade com que cada um dos seguradores chega ao*

⁸ Os mediadores da Praça da Ciência usam todos esses termos para mencionar o acervo disponível.

⁹ Protocolo de autorização 19387/2018.

¹⁰ Apesar da intencionalidade central de ir à Praça da Ciência fosse a realização de uma atividade investigativa, os estudantes tiveram outros momentos para apreciar e percorrer todo o espaço.

¹¹ O nome Plano inclinado é o nome utilizado para esse equipamento na Praça da Ciência.

ponto final da descida do plano? Como vocês estimariam a velocidade? Qual seria a velocidade final?

As conversas foram gravadas em áudio e vídeo e posteriormente transcritas. Além das interações discursivas, temos como dados o relatório investigativo feito pelos estudantes durante a atividade. Para melhor desenvolvimento da atividade e captação de áudio (visto que o ambiente é um local aberto), dividimos os estudantes em três grupos: um com oito integrantes e dois grupos com nove integrantes. A atividade foi realizada com cada um dos grupos separadamente e enquanto um grupo participava da intervenção mediada pela professora, os demais estudantes participavam de uma visita guiada pelos mediadores na Praça da Ciência.

A visita guiada também foi previamente planejada com os mediadores do espaço; neste planejamento foram definidos quais equipamentos/experimentos seriam abordados na visitação de forma que contemplasse a intervenção realizada pela professora. Além desses dois momentos distintos (visita guiada e intervenção com a professora) os estudantes tiveram um tempo livre no centro de ciências para que pudessem explorar o ambiente.

Antes de desenvolver esta intervenção, um projeto piloto foi realizado; dessa maneira a situação-problema passou por um processo de análise coletiva no grupo de pesquisa. Utilizamos a ferramenta analítica proposta por Coelho e Ambrózio (2019) a fim de identificar as características típicas de uma aula/atividade investigativa. A ferramenta analítica auxilia no processo de construção, análise e reflexão da prática pedagógica, principalmente as que são orientadas pelo ensino por investigação. Com a análise do grupo, concluímos que a atividade proposta possuía problemas autênticos. Compreendemos também que o levantamento de hipóteses, a estratégia para resolução de problemas e a análise dos resultados foram momentos dialógicos entre a professora e os estudantes e, por fim, a sistematização foi realizada em conjunto, retomando as ideias apresentadas e discutidas com os estudantes, configurando-se assim como uma atividade investigativa.

VI. Análises

Nesta análise focamos em identificar o desenvolvimento de práticas epistêmicas (PE) e científicas (PC) durante a realização da atividade por uma professora de Física e seus estudantes. Para isso analisamos as interações discursivas ocorridas durante a intervenção em dois episódios distintos: problema 1 e problema 2. Optamos por fazer a análise das interações do grupo que foi mais participativo durante a intervenção. Este grupo era composto por oito integrantes, entre eles 4 meninos e 4 meninas.

Consideramos as práticas epistêmicas como a proposição (PE1), comunicação (PE2), avaliação (PE3) e legitimação de ideias (PE4) (SASSERON; SILVA, 2021; KELLY; LICONA, 2018) e as práticas científicas como o trabalho com novas informações (PC1), levantamento/teste de hipótese (PC2) e elaboração de explicações/justificativas (PC3) (SASSERON, 2018).

As especificidades de cada prática científica (PC) e epistêmica (PE) estão detalhadas no quadro 1. Bodevan (2020), apoiada nas ideias dos autores e autoras citados no parágrafo anterior, descreveu seu entendimento sobre práticas epistêmicas (PE) e práticas científicas (PC).

Quadro 1 – Características do desenvolvimento de práticas epistêmicas e científicas.

Práticas epistêmicas
<p>Proposição de ideias (PE1): Quando os estudantes refletem sobre o fenômeno/problema em estudo e atribuem sentido (seja de concordância ou discordância) e propõem outras situações similares para justificar seus pensamentos.</p> <p>Comunicação de ideias (PE2): Quando o estudante manifesta, de forma mais sistematizada, suas compreensões para demais pessoas na forma oral ou escrita.</p> <p>Avaliação de ideias (PE3): Os estudantes avaliam por meio de questionamentos, analogias, análises empíricas, comparações, ancoradas em referenciais pertinentes se o discurso que perpassa as proposições e comunicações de ideias.</p> <p>Legitimação de ideias (PE4): Os estudantes analisam as ideias de forma mais ampliada extrapolando a problematização inicial e trazendo outras situações (novos pontos de vista) para relacionar com o que já foi discutido inicialmente e justificar a validade das ideias apresentadas. A legitimação tem um caráter de sustentação de uma ideia no decorrer das interações discursivas. Isso acontece, por exemplo, quando uma ideia é retomada por um colega ou pelo professor que passa a utilizá-la para conduzir a discussão.</p>
Práticas científicas
<p>Trabalho com novas informações (PC1): Os estudantes usam informações que já sabem, ou que lhes foram dadas, que ainda não foram apresentadas no debate ou ainda buscam novas informações para maior compreensão do problema proposto.</p> <p>Levantamento e teste de hipóteses (PC2): Os estudantes propõem hipóteses em busca da resolução do problema. Testam suas hipóteses (realizando medidas, fazendo comparações ou experimentações, entre outras formas de fazer testes).</p> <p>Construção de explicações e elaborações de justificativas, limites e previsões das explicações (PC3): A partir dos testes das hipóteses os estudantes sistematizam suas discussões e manifestam suas explicações para a resolução do problema, reconhecem seus limites, sempre com as devidas justificativas.</p>

Fonte: BODEVAN, 2020.

Problema 1

Ao chegar a Praça da Ciência fomos recebidos pelo coordenador pedagógico e pela equipe de mediadores. Houve uma fala inicial para apresentação da Praça da Ciência e esclarecimento de sua missão e funcionamento. Em seguida dividimos a turma em três grupos e iniciamos a intervenção: um grupo ficou com a professora e os dois outros grupos foram acompanhados por dois mediadores. Conforme a intervenção fosse realizada, trocavam-se os grupos e ao final todos tinham realizado a atividade em análise. Permanecemos no espaço no período de 8h às 11h da manhã. A intervenção foi iniciada com os grupos sempre da mesma forma: com todos (estudantes e professora) em frente ao equipamento Plano Inclinado.



Fig. 1 – Experimento Plano inclinado em diferentes ângulos.

A transcrição abaixo apresenta trechos das interações discursivas ocorridas na intervenção com um dos grupos.

Professora: No equipamento Plano inclinado ao puxar os três seguradores no ponto mais alto e soltá-los o que acontece? Eles chegam ao mesmo tempo? Por que isso acontece?

Kelvin: Os três chegariam juntos.

Bia: Não, eu acho que o laranja ia ser mais rápido.

Professora: Por quê?

Dário: Porque ele está mais inclinado.

Bia: Porque ele está mais alto.

Professora: E o que que isso tem a ver?

Dário: Vai ter mais velocidade.

Bia: A inclinação... vai ter mais velocidade e ele vai bater primeiro.

Afonso: Ele também está mais esticado professora.

Bia: E ele também está mais esticado... o cabo.

Professora: Qual seria a ordem?

Bia: Laranja, azul e vermelho.

Carlos: Ah professora eu acho que vai chegar tudo ao mesmo tempo, tipo aquela explicação que a senhora falou lá na sala. Quando dois objetos de massa diferente [sic] são soltos ao mesmo tempo...

Professora: aaaah! Eles caem juntos... Mas aí é em uma queda.

Afonso: queda livre!

Bia: queda reta... não?!

Professora: Vertical.

Kelvin: eu acho que tem a ver com aquela atividade que a gente e fez da bolinha...

Professora: da montanha russa?

Kelvin: É... a gente tava [sic] vendo que quanto maior a inclinação mais rápido a bolinha vai descer, entendeu? Aqui vai ser a mesma coisa, entendeu?

Inicialmente a professora apresenta a situação-problema e Kelvin considera que todos os seguradores chegariam ao mesmo tempo, porém não apresenta nenhuma justificativa para sua resposta. Em contrapartida Bia, Afonso e Dário discordam da proposição do colega Kelvin e, a partir da intervenção da professora, *comunicam* que a altura e inclinação são diferentes para cada segurador e usam essa *informação* para argumentar que essa condição fará com que os seguradores tenham velocidades diferentes e, por isso, não chegariam ao mesmo tempo. Diante disso Bia levanta a *hipótese* de que os seguradores chegarão ao final da descida na seguinte ordem: “*laranja, azul e vermelho*”, isto é, do mais alto para o mais baixo.

Mais adiante o aluno Carlos *avalia* as ideias apresentadas pelos colegas e apresenta novamente o argumento de que os seguradores chegarão ao mesmo tempo, como mencionado por Kelvin no início. Para isso Carlos defende sua *hipótese* sugerindo que os objetos cairão ao mesmo tempo obedecendo a teoria da queda dos corpos de Galileu Galilei, isto é, Carlos trabalha com uma *informação* vista em sala de aula em outro momento, estabelecendo uma interação reflexiva que é sempre almejada nestes espaços (NASCIMENTO; COSTA,2002). Os estudantes Afonso e Bia *avaliam a hipótese* sugerida por Carlos e discordam do colega, pois o exemplo dado por ele seria de uma queda livre, que não é o caso do experimento em questão.

Ao ouvir as discussões dos colegas, Kelvin volta ao processo interativo e *comunica uma hipótese* diferente da que tinha sido sugerido anteriormente dizendo: “*Eu acho que tem a ver com aquela atividade que a gente e fez da bolinha... É... a gente tava [sic] vendo que*

quanto maior a inclinação mais rápido a bolinha vai descer, entendeu? Aqui vai ser a mesma coisa, entendeu?”. Assim como Carlos, Kelvin também se recorda outras experiências vividas na escola e, com isso, apresenta *novas informações* fazendo uma analogia do que aconteceu em outra atividade escolar e o que estão discutindo naquele momento. Neste sentido, Kelvin *avalia* as discussões dos colegas e extrapola a problematização inicial trazendo para a discussão um *novo argumento* para *legitimar* a ideia de que os puxadores chegarão primeiro quanto maior for sua inclinação, ou seja, altura em relação ao solo.

Nesse trecho identificamos o desenvolvimento das práticas epistêmicas PE2, PE3, PE4 e das práticas científicas PC1 e PC2. As interações discursivas permitiram evidenciar, a partir da mediação da professora, a comunicação, avaliação e legitimação de ideias entre os estudantes bem como o levantamento de hipóteses e trabalho com outras informações. Esse primeiro momento analítico já evidencia o modo como essas práticas científicas e epistêmicas se inter-relacionam no processo de construção e validação de ideias ao solucionar o problema proposto (SASSERON; SILVA, 2021). Jiménez-Aleixandre e Crujeiras (2017), também defendem que essas práticas ocorram concomitantemente (e de modo mais frequente) quando desenvolvemos uma educação científica nessa aproximação com os elementos da cultura científica. Esse movimento inter-relacional continuará sendo evidenciado nas próximas análises.

Em suma: Kelvin apresenta uma solução que não é aceita pelo grupo. Bia, Afonso e Dário comunicam (PE2) suas ideias, opostas à de Kelvin, sustentadas por uma avaliação das ideias (PE3) feita por meio da observação do brinquedo. A partir disso Bia sugere a hipótese (PC2) da ordem de chegada dos seguradores. Carlos avalia as ideias apresentadas pelos colegas (PE3) por meio de outras informações advindas de experiências escolares (PC1) e, com isso, levanta sua hipótese (PC2). Afonso e Bia avaliam (PE3) a hipótese trazida por Carlos e esta é desconsiderada; para desconsiderá-la eles utilizam de informações que eles já sabem (PC1). Kelvin avalia as interações do grupo (PE3) recorda-se de uma atividade desenvolvida na escola (PC1) e a utiliza como um argumento para legitimar (PE4) a hipótese trazida por Bia. Nesse trecho analisado podemos observar:

O desenvolvimento de ações em que conceitos, processos e práticas podem ser trabalhados conjuntamente pode se relacionar a ideias que fundamentam as atividades descritas pelo ensino por investigação, ou seja, atividades em que os estudantes se engajam com a resolução de um problema (SASSERON, 2021, p. 4).

Após as discussões os estudantes *testam suas hipóteses*, primeiramente eles fazem o teste com os seguradores vazios, apenas seguram os puxadores no início do plano inclinado e soltam todos ao mesmo tempo. Neste momento verificam que a hipótese de que a ordem de chegada dos segurados seria laranja, azul e vermelho é confirmada. Em seguida os alunos são questionados pela professora sobre o que aconteceria caso eles fizessem o teste com pessoas de massas diferentes penduradas em cada um dos seguradores; as interações são apresentadas a seguir:

Afonso: Aaaah [sic]... O laranja chegou primeiro!

Professora: Então como as meninas tinham falado o mais alto chegou primeiro. Como no caso lá da montanha russa, da bolinha. E se a gente colocasse pessoas de massas diferentes... Será que iria acontecer a mesma coisa?

Bia: Eu acho que ia depender do peso agora né...

Afonso: Depender do peso e do impulso.

Bia: E do impulso...

Professora: Como a gente pode testar isso?

Bia: Fazendo...

Afonso: Eu faço aqui agora para você...

Professora: Vocês acham que quem vai chegar primeiro?

Afonso: Eu vou chegar primeiro, vou dar um impulso mais rápido.

Professora: E se não tivesse esse impulso aí... quem chegaria primeiro?

Afonso: Dário porque ele é o mais leve e está no mais rápido.

Bia: A tirolesa dele está mais inclinada e ele é mais leve que os outros.

Carlos: Ihh...Não vai dar não professora, o Kelvin também tem 61kg.

Professora: Ótimo! Duas pessoas de massas iguais. A gente vai saber se a massa vai interferir ou não.

Turma: Sem impulso, só levantar o pé...1,2,3 e já! (Os alunos fazem o teste no brinquedo).

Professora: A massa interferiu?

Afonso: Interferiu.

Professora: O Dário chegou primeiro, depois o Kelvin e depois o Carlos.

Jaque: O negócio mesmo, então, é só a inclinação. Quanto maior a altura maior a velocidade.

Professora: E a massa?

Afonso: Vai alterar em nada.

A nova problematização levantada pela professora tem o objetivo de aprofundar a independência da massa para a velocidade final de cada um dos seguradores. Inicialmente, Bia e Afonso *comunicam* que, neste caso (com pessoas penduradas nos seguradores), os puxadores podem não chegar na mesma ordem do problema anterior, pois agora eles possuem a variável “peso” e “impulso”. Eles ainda dizem que o colega Dário chegará primeiro ao final no brinquedo, pois além de estar no segurador mais alto é mais “leve”, e que a forma de saber se a *nova hipótese* está correta é *testando-a*. Para fazer o teste os alunos Dario, Kelvin e Carlos se posicionam nos seguradores laranja, azul e vermelho respectivamente (do mais alto para o mais baixo).

Antes de iniciar a testagem, Carlos informa que dois alunos (que irão se pendurar para o teste) têm a mesma massa e a professora argumenta que esse fato não é um problema visto que dessa forma fica mais fácil evidenciar a dependência ou independência da massa na

velocidade final. Os alunos descem no brinquedo enquanto o restante da turma observa. Após o teste, sem analisar os fatos, Afonso ainda afirma a interferência da massa na velocidade de chegada dos seguradores e a professora sistematiza como foi a chegada dos colegas dizendo “*O Dário chegou primeiro, depois o Kelvin e depois o Carlos*”. A aluna Jaque avalia a situação e conclui que a massa não interfere na ordem de chegada dos seguradores *justificando* que, quanto maior altura em que o segurador está, maior será a velocidade final dele, e Afonso concorda com a colega.

Nesse segundo trecho identificamos o desenvolvimento, por parte dos alunos, das práticas epistêmicas PE1, PE2, PE3 e as práticas científicas PC1, PC2 e PC3. Também podemos identificar a PE4 na primeira fala da professora ao retomar as hipóteses apresentadas pelos estudantes anteriormente e sustentar as ideias trazidas por eles, inclusive a situação apresentada por Kelvin trazida de outro contexto escolar, fechando o problema inicial.

Sistematizando esse momento da atividade: A legitimação (PE4) acontece logo no início quando, após o teste, a professora retoma as hipóteses levantadas pelos alunos e a analogia feita por Kelvin sobre a solução do problema 1. Em seguida, como uma nova reformulação do mesmo problema, Bia e Afonso são os primeiros a comunicarem suas ideias (PE2) e formularem uma nova hipótese (PC2). Isso posto, alguns estudantes testam as hipóteses (PC2) do grupo no brinquedo com uma nova variável (massa) e ao final a aluna Jaque avalia os resultados (PE3) e justifica (PC3) que a velocidade final do segurador é independente da massa, dependendo apenas da altura inicial.

Problema 2

Ainda diante do Plano inclinado a professora propõe a segunda situação-problema:

Professora: É possível descobrir a velocidade com que cada um dos seguradores chega ao ponto final da descida? Como vocês estimariam a velocidade? Qual a velocidade final?

Kelvin: Acho que seria aquela fórmula lá da energia potencial gravitacional e energia cinética.

Professora: E quais as energias a gente tem aqui? (Apontando para os seguradores parados no início do plano inclinado).

Bia: Epg igual Ec.

Dário: Tem energia potencial gravitacional.

Afonso: Tem Energia cinética.

Professora: Aqui nesse momento... (Ainda apontando para os seguradores parados no início do plano inclinado).

Afonso: Não.... nesse momento só gravitacional.

Professora: E lá? (Apontado para o final do plano em que o segurador atinge sua velocidade final antes de parar).

Bia: Cinética

Professora: Só cinética?

Afonso: Não e gravitacional também né...

Professora: Por quê? Como?

Afonso: Gravitacional né professora porque está no alto né... e cinética por causa do prff... [sic] impacto.

Dando continuidade à atividade, a professora propõe outra situação-problema, dessa vez os estudantes precisavam encontrar uma maneira de estimar a velocidade final dos seguradores ao tocar a base. Kelvin sugere que talvez eles possam utilizar as equações de energia mecânica; a professora, a partir *da hipótese* levantada por Kelvin, questiona o grupo quais os tipos de energia presentes no início e no final do brinquedo¹². A aluna Bia não responde à pergunta da professora e *propõe* que iguale as fórmulas de energia potencial gravitacional e cinética. Dário dá continuidade à discussão, observa o brinquedo e responde que no início tem-se energia potencial gravitacional; Bia relata que possui energia cinética no final, ao que professora questiona “*Só cinética?*”. Afonso *justifica* que no final do brinquedo o sistema possui energia cinética e potencial gravitacional dizendo “*Gravitacional né professora porque está no alto né... e cinética por causa do prff... [sic] impacto*”. Interpretamos que a palavra impacto utilizada por Afonso não traz o significado conceituado na Física, mas o sentido compreendido pelo aluno (CREPALDE; AGUIAR Jr., 2013) para representar movimento e, portanto, energia cinética.

Nesse trecho, identificamos o desenvolvimento das práticas, PE2, PE3, PE4, PC1 e PC2, PC3. O episódio inicia com o levantamento de hipótese de Kelvin (PC2) enquanto Bia legitima a hipótese de Kelvin (PE4), apresentando uma nova informação (PC1) relacionada à possibilidade de igualdade na transformação entre a energia potencial e cinética no processo, e desta forma comunicam (PE2) suas ideias. Ao final, Afonso utiliza as contribuições dos colegas para justificar (PC3) as hipóteses levantadas pelo grupo.

Após a discussão, o grupo se dirigiu ao brinquedo para medir a altura de cada segurador no início e final da trajetória para estimar a velocidade final dos seguradores (Fig. 2). E em seguida os estudantes utilizaram o Princípio da conservação de energia mecânica para estimar a velocidade final de um dos seguradores como é apresentado na Fig. 3. Essas ações evidenciam que, com a mediação pedagógica da professora:

[...] os estudantes engajem-se na construção de seus conhecimentos, investigando situações, coletando dados, levantando hipóteses, debatendo em busca de padrões que possam gerar uma explicação e propondo modelos explicativos. Ao mesmo tempo, propiciando e permitindo o trabalho em grupo, aspectos da formação da

¹² A saber, considerando o chão como referencial, quando o segurador está no início do equipamento Plano inclinado o objeto encontra-se parado e na altura máxima da trajetória, portanto possui apenas energia potencial gravitacional. Por outro lado, quando o segurador está no final do equipamento o objeto encontra-se em movimento e ainda com altura em relação ao solo, portanto possui energia cinética e potencial gravitacional.

autonomia moral receberão atenção, bem como instâncias ligadas aos modos de agir frente problemas (SASSERON, 2010, p.9).



Fig. 2 – Coleta de dados realizada pelos estudantes.

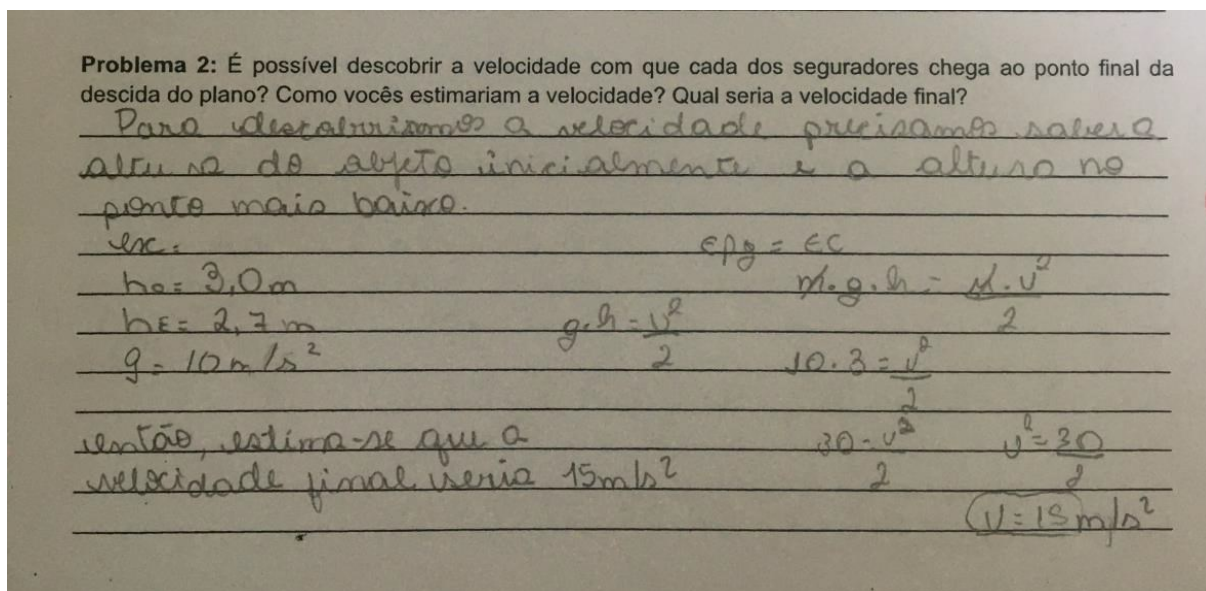


Fig. 3 – Cálculo da velocidade final.

Importante destacar que o equipamento Plano Inclinado não funciona como um sistema conservativo devido o atrito entre os seguradores e cabo de aço. Contudo, utilizar o

princípio da conservação de energia para estimar a velocidade final dos seguradores é um caminho aceitável por se tratar de um problema de estimativa.

Os cálculos apresentados acima não estão corretos¹³; embora os estudantes, no texto que inicia a síntese, tenham mencionado a necessidade de obter os valores das alturas inicial e final para realizar a estimativa da velocidade, eles não as utilizaram para resolver a questão problema. Ao resolverem a questão proposta os estudantes utilizaram 3,0m para altura inicial e 2,7m para o ponto mais baixo da trajetória, quando na realidade as medidas corretas são 3,06m e 2,0m respectivamente. Acreditamos que na primeira medida os estudantes fizeram uma aproximação numérica para manter uma casa decimal, e na segunda, possivelmente utilizaram a altura inicial do puxador azul que era 2,76m.

Temos um erro não só matemático, mas físico também já que o referencial é elemento central para compreensão do processo de transformação de energia no equipamento, o que pode sinalizar que no momento de sistematização estes estudantes apresentaram uma compreensão parcial do fenômeno em estudo. A professora, em um momento posterior a realização desta atividade, trouxe todos esses elementos para a discussão com o grupo.

VII. Considerações finais

Reconhecemos que o contexto em que a pesquisa se realizou, com um número restrito de participantes, nos impede de estabelecer conclusões mais contundentes sobre a relação da atividade investigativa e o desenvolvimento de práticas sociais. Entretanto, para este grupo de estudantes, temos indícios que a atividade na Praça da Ciência possibilitou o desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas. As práticas sociais que tiveram maior destaque durante a atividade foram: avaliação de ideias (PE3), legitimação de ideias (PE4), levantamento e teste de hipóteses (PC2) e trabalho com novas informações (PC1), o que indica a promoção de um ambiente dialógico, democrático e de envolvimento destes estudantes na tentativa de resolver os problemas propostos.

Um outro aspecto, que apontamos como limitação deste estudo, tem relação com o fato de não termos acesso as interações discursivas referentes ao momento em que a professora corrigiu o relatório com o grupo participante deste estudo. Ao assumirmos o ensino por investigação como abordagem didática, o modo como a professora lidou com o erro destes estudantes e deu continuidade ao processo de significação com eles seria fundamental de ser compreendido. Apesar disso, os episódios analisados, sugerem que, para que as práticas científicas e epistêmicas fossem desenvolvidas foi fundamental que a mediação pedagógica da professora oportunizasse aos estudantes organizar suas ideias, comunicá-las, avaliá-las, além de incentivar a produção de sínteses e sistematizações sobre o objeto em estudo. Em

¹³ Importante ressaltar que o cálculo apresentado na Fig. 4 corresponde ao grupo cujas interações foram apresentadas nas análises. Outros grupos, que participaram da atividade, mas os dados não foram incorporados nesse trabalho conseguiram efetuar os cálculos levando em consideração o referencial correto com relação à diferença entre as alturas.

pesquisas recentes, essa mediação pode ser compreendida como movimentos epistêmicos que são “ações e/ou intervenções exercidas pelo professor durante os processos de investigação, ações essas que podem suscitar uma maior participação dos estudantes frente à sua aprendizagem, além de contribuir para a ocorrência de processos argumentativos” (SANTOS; SEDANO, 2022).

Isso reafirma a importância da mediação pedagógica do professor, nos diferentes espaços educativos (dentro ou fora da escola), na construção de um ambiente investigativo que resulte no engajamento dos estudantes no processo de solução dos problemas, envolvendo-os em práticas sociais para a construção de modelos explicativos sobre os fenômenos científicos em estudo.

Almejamos que esse trabalho possa contribuir para o ensino de ciências, tanto incentivando outros professores a assumirem uma perspectiva orientada didaticamente para realização de atividades escolares no âmbito dos museus/centros de ciências, quanto na abordagem do ensino por investigação, levando em consideração que “assumir o ensino por investigação como abordagem no contexto da educação científica requer do professorado uma nova profissionalidade” (COELHO; AMBRÓZIO, 2019, p. 496). Neste sentido, destacamos como emergente a discussão sobre a formação inicial e continuada de professores, reconhecendo os espaços de divulgação e popularização científica também como contextos para a formação de professores (COELHO; OLIVEIRA; ALMEIDA, 2021).

Neste estudo buscamos o desenvolvimento de conteúdos científicos escolares em um centro de ciências, diferente de alguns trabalhos em que demos ênfase aos processos educativos não formais por discutirmos as ações e a formação de mediadores destes espaços e a participação do professor durante visitas (COELHO; BREDAS; BROTTTO, 2016; JANJACOMO, 2018; MOTA; CANTARINO; COELHO, 2018). Além disso, esse foi um trabalho em que o grupo de pesquisa avança na discussão e compreensão do ensino de ciências como prática social vinculando o seu desenvolvimento a abordagem didática do professor. Diante dos resultados, surge a necessidade de estudarmos situações semelhantes com um maior número de participantes envolvidos na execução de uma investigação.

Referências

AMADO, M. V.; GILLES, L. (Org). **Espaços potencialmente educativos do estado do Espírito Santo**. Vitória: Edifes, 2019.

BARBOSA, M. A. P.; GARCIA JÚNIOR, P. J.; FREITAS, R. A de Contribuições da educação não-formal em espaços não-formais para a educação básica na percepção de professores. **Relações sociais**, Viçosa, v. 4, n. 1, p. 1-15, 2021.

BARCELLOS, L.; GERVÁSIO, S.; JONIS Silva, M.; COELHO, G. A Mediação Pedagógica de uma Licencianda em Ciências Biológicas em uma Aula Investigativa de Ciências

Envolvendo Conceitos Físicos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, p. 37-65, 2019.

BODEVAN, J. A. S. **O processo de construção de conceitos e o desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas em uma sequência de ensino investigativa sobre energia mecânica**. 2020. 193f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

COELHO, G. R; AMBRÓZIO, R. M. O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 490-513, ago. 2019.

COELHO, G. R; BREDAS, V. de C; BROTTTO, T. R. de A. Atividades em um centro de ciências: motivos estabelecidos por educadores, suas concepções e articulações com a escola. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 525-538, abr./jun. 2016.

COELHO, Y. C. de M; OLIVEIRA, E. M. de; ALMEIDA, A. C. P. Discussões e tendências das teses e dissertações sobre formação de professores de ciências em espaços não formais: uma revisão bibliográfica sistemática. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências** (online), v. 23, p. 01-18, 2021.

COLOMBO JUNIOR, P. D.; AROCA, S. C; SILVA, C. C. Educação em centros de ciências: visitas escolares ao observatório astronômico do CDCC/USP. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 25-36, 2009.

CREPALDE, R. dos S.; AGUIAR JR, O, G. A formação de conceitos como ascensão do abstrato ao concreto: Da energia pensada à energia vivida. **Investigações em Ensino de Ciências**, – v. 18, n. 2, p. 299-325, 2013.

DAMIANI, M. F. Sobre pesquisas do tipo intervenção. Painel: as pesquisas do tipo intervenção e sua importância para a produção de teoria educacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 2XVI, 2012, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2012.

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R.; Pinheiro, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Caderno de Educação**, Pelotas, p. 57-67, ago. 2013.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, p. 687-719, 2020.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Revista em Extensão**, v. 7, n. 1, nov. 2008.

JANJACOMO, J. P. **Processos formativos, mediação e diferentes fazeres em centros e museus de ciências**: o caso da Escola da Ciência – Física em Vitória/ES. 2018. 127f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; CRUJEIRAS, B. Epistemic practices and scientific practices in science education. In: TABER, K. S.; AKPAN, B. (Eds.). **Science Education: an International Course Companion**, p. 69-80, 2017.

KELLY, G. J.; LICONA, P. Epistemic Practices and Science Education. In: M. MATTHEWS (Ed.). **History, Philosophy and Science Teaching**, p. 139-165, Springer, 2018.

MARANDINO, M.; CONTIER, D. (Org.). **Educação Não Formal e Divulgação em Ciência**: da produção do conhecimento a ações de formação. São Paulo: Faculdade de Educação da USP, 2015.

MARQUES, A. C. T. L.; MARANDINO, M. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 44, e170831, 2018.

MOTA, M. M.; CANTARINO S.; COELHO, G. R. A educação científica em um centro de ciências: potencialidades e desafios das atividades educativas na Praça da Ciência de Vitória - Es. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, p. 108-129, 2018.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. e; Ensinar Ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio: pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

NASCIMENTO, L. A.; SASSERON, L. H. A constituição de normas e práticas culturais nas aulas de ciências: proposição e aplicação de uma ferramenta de análise. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências** (online), v. 21, e10548, p. 1-22, 2019.

NASCIMENTO, S. S.; COSTA, C. B. Um final de semana no zoológico: um passeio educativo? **Ensaio: pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 1, p. 86-99, 2002.

OLIVEIRA, E. M. de; ALMEIDA, A. C. P. C. de. O espaço não formal e o ensino de ciências: um estudo de caso no Centro de Ciências e Planetário do Pará. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 24, n. 3, p. 345-364, 2019.

QUEIROZ, R.; TEIXEIRA, H.; VELOSO, A.; FACHÍN-TERÁN, A.; QUEIROZ, A. A caracterização dos espaços não formais de educação científica para o ensino de Ciências. **Revista ARETÉ**, Manaus, v. 4, n. 7, p. 12-23, 2011.

ROLDI, M. M. C.; SILVA, M. A. J.; CAMPOS, C. R. P. Diálogo com mediadores de Museus de Ciência. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 983-998, 2019.

SÁ, E. F.; PAULA, H. F.; LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JR., O. G. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, VI, 2007, Florianópolis, SC, **Atas...**

SANTOS, D.; SEDANO, L. Movimentos Epistêmicos propostos por uma professora de Ciências para construção de processos argumentativos no Ensino de Ciências por Investigação. **Actio: docência em ciências**, v. 7, p. 1-21, 2022.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e a escola. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, L. H. Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, p. 563-567, 2019.

SASSERON, L. H. Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências: análise de uma situação. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências** (online), v. 23, p. 1-18, 2021.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P.; RICARDO, E. C.; SASSERON, L. H.; ABIB, M. L. V. S.; PIETROCOLA, M. (Orgs.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage

Learning, 2010, p. 1-27.

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A. Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016.

SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. Sobre Alfabetização Científica e sobre práticas epistêmicas: encontros de ações para a pesquisa e ensino de ciências. In: **Alfabetização científica e tecnológica na educação em ciências: fundamentos e práticas**. MILARÉ, T; RICHETTI, G. P; LORENZETTI, L; FILHO, J. P. A (Org.). 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2021.

SCALFI, G.; MARANDINO, M. A experiência de crianças em visita familiar a museus de ciências: implicações da pesquisa no processo de Alfabetização científica. In: MILARÉ, T; RICHETTI, G. P.; LORENZETTI, L.; FILHO, J. P. A (Org.). **Alfabetização científica e tecnológica na educação em ciências: fundamentos e práticas**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2021.

SILVA, F. A. R e. O ensino por investigação e as práticas epistêmicas: Referencias para a análise da dinâmica discursiva da Disciplina “projetos em bioquímica”. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII, 2009, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis, 2009.

SILVA JUNIOR, J. M.; COELHO, G. R. O ensino por investigação como abordagem para o estudo do efeito fotoelétrico com estudantes do ensino médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, p. 51-78, 2020.

SILVA, R. A.; OLIVEIRA, I. M; SUART, R. de C. Análise dos níveis de investigação de planos e aulas desenvolvidos por uma professora em formação inicial em química. **Investigações em ensino de ciências** (online), v. 26, p. 145-169, 2021.

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T; SASSERON, L. H. Ensino por investigação como abordagem didática: Desenvolvimento de práticas científicas escolares. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XXI, 2015, Uberlândia, MG. **Atas...**



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma Licença Creative Common