

Trajetória, distância percorrida e deslocamento: formação de conceitos a partir do uso de brinquedos de dar corda

Alexander Montero Cunha¹

Alisson Francisco Schneider Siebeneichler²

Dioni Paulo Pastorio³

Caetano Castro Roso⁴


Resumo: Neste artigo analisamos as contribuições e os limites de uma atividade experimental para a compreensão dos conceitos de trajetória, distância percorrida e deslocamento. A atividade experimental foi desenvolvida no âmbito do Programa Residência Pedagógica por um estudante de licenciatura em Física em uma escola estadual localizada na cidade de Porto Alegre. Como fundamentação, dialogamos com as perspectivas teóricas de Perfil Epistemológico, Perfil Conceitual e a Abordagem Semiológica a fim de destacar variadas dimensões presentes no ensino dos referidos conceitos. A inserção de uma atividade prática pode ser uma estratégia de mobilização dos estudantes e de concretude para a aprendizagem de determinados conceitos científicos. Observamos, entretanto, que é preciso considerar as variadas dimensões conceituais envolvidas a fim de contribuir com uma compreensão mais ampla dos conceitos científicos, mesmo no ensino de trajetória, distância percorrida e deslocamento, que podem ser considerados conceitos simples ou básicos.

Palavras-chave: Conceito Científico. Atividade Experimental. Distância Percorrida. Deslocamento.

Trajectory, distance traveled and displacement: formation of concepts with the use of wind-up toys

Abstract: In this paper we analyze the contributions and limits of an experimental activity for understanding the concepts of trajectory, distance traveled and displacement. The experimental activity was developed within the scope of the Residência Pedagógica Program by a pre-service teacher of Physics at a state school located in the city of Porto Alegre. As a basis, we dialogue with the theoretical perspectives of Epistemological Profile, Conceptual Profile and Semiological Approach in order to highlight various dimensions present in the teaching of these concepts. The insertion of a practical activity can be a strategy to mobilize students and make them concrete for the learning of certain scientific concepts. We observe, however, that it is necessary to consider the various conceptual dimensions involved in order to contribute to a broader understanding of the scientific concepts, even in the teaching of trajectory, distance traveled and displacement, which can be considered simple or basic concepts.

Keywords: Scientific Concept. Experimental Activity. Distance Traveled.

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul — Porto Alegre (RS), Brasil. ✉ amcunha@ufrgs.br 
<https://orcid.org/0000-0003-2900-4729>

² Secretaria de Estado de Educação do Rio Grande do Sul — Porto Alegre (RS), Brasil. ✉ asfrankbill@hotmail.com 
<https://orcid.org/0000-0001-6325-4073>

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul — Porto Alegre (RS), Brasil. ✉ dioni.pastorio@ufrgs.br 
<https://orcid.org/0000-0001-6981-5783>

⁴ Universidade Federal do Rio Grande do Sul — Porto Alegre (RS), Brasil. ✉ caetano.roso@ufrgs.br 
<https://orcid.org/0000-0003-3415-1387>

Displacement.

Trayectoria, distancia recorrida y desplazamiento: formación de conceptos a partir del uso de juguetes de cuerda

Resumen: En este artículo analizamos los aportes y límites de una actividad experimental para la comprensión de los conceptos de trayectoria, distancia recorrida y desplazamiento. La actividad experimental fue desarrollada en el ámbito del Programa de Residencia Pedagógica por un estudiante de licenciatura en Física de una escuela estatal ubicada en la ciudad de Porto Alegre. Como base, dialogamos con las perspectivas teóricas del Perfil Epistemológico, Perfil Conceptual y Enfoque Semiológico con el fin de resaltar diversas dimensiones presentes en la enseñanza de estos conceptos. La inserción de una actividad práctica puede ser una estrategia para movilizar a los estudiantes y concretarlos para el aprendizaje de ciertos conceptos científicos. Notamos, sin embargo, que es necesario considerar las diversas dimensiones conceptuales involucradas para contribuir a una comprensión más amplia de los conceptos científicos, incluso en la enseñanza de la trayectoria, la distancia recorrida y el desplazamiento, que pueden considerarse conceptos simples o básicos.

Palabras clave: Concepto Científico. Actividad Experimental. Distancia Recorrida. Desplazamiento.

1 Introdução

O desafio de lecionar envolve as dificuldades vivenciadas pelo professor ao se confrontar com as incertezas presentes na sala de aula, de tal modo que um licenciando precisa enfrentar suas inseguranças e angústias emergentes do cotidiano escolar, tanto na busca pelo desenvolvimento das metodologias e abordagens aprendidas na Universidade, como também na necessidade de afirmar sua identidade docente. Essas inseguranças e angústias são recorrentes nos professores iniciantes e fazem parte de seu ciclo de vida profissional, no que pode ser denominado, como propõe Huberman (1995), de sobrevivência em decorrência do choque de realidade com a atividade profissional. Mas, este também pode ser um momento profícuo de experimentação do professor iniciante que busca encontrar sua identidade docente e que, para isso, está aberto a metodologias ou abordagens de ensino diferenciadas. Grande parte de seu futuro repertório docente será constituído nos três primeiros anos de docência, sendo este, portanto, um momento de grandes descobertas (HUBERMAN, 1995).

O Programa Residência Pedagógica (CAPES, 2018), oferecido pelo Ministério da Educação e com a supervisão da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), possibilita que as primeiras experimentações profissionais dos licenciandos sejam realizadas com o acompanhamento de um

docente orientador da universidade e um preceptor, professor da Educação Básica. Para além de atividades curriculares, como o Estágio Supervisionado que também possui extrema relevância na formação docente, no programa é oportunizado ao estudante de licenciatura uma maior imersão na escola de Educação Básica. É a ampliação de espaços de descobertas que possibilita um maior repertório de experimentações e de reflexões supervisionadas sobre o início da carreira docente.

Essas reflexões orientadas, na perspectiva do professor-pesquisador (STENHOUSE, 1991) incentiva o estudante a investigar a sua própria prática, além de sua atuação profissional em contextos situados em que as abordagens didáticas experimentadas estão envoltas pelo seu desejo de se encontrar enquanto professor e por estudantes reais e singulares. A aprendizagem dos estudantes depende não somente da abordagem didática utilizada, mas também de como professor e alunos se relacionam nesta abordagem.

Neste trabalho nos voltamos para uma das experiências realizadas por um licenciando no âmbito do Programa de Residência Pedagógica. O licenciando, que neste trabalho atua também como pesquisador, traz um elemento lúdico com brinquedos de dar corda, para o desenvolvimento de uma atividade prática sobre os conceitos de trajetória, deslocamento e distância percorrida nas aulas de Física. Enquanto problematização, procuramos situar os limites e as contribuições dessa atividade prática, tendo como base teórica as possibilidades de se pensar os conceitos científicos a partir das noções de perfil epistemológico (BACHELARD, 1978) e de perfil conceitual (MORTIMER, 2000), além da abordagem semiótica proposta por Lemke (1990, 1998). A análise realizada procura trazer contribuições não somente para os saberes experienciais do licenciando enquanto futuro professor, como também elementos de extrema relevância para o ensino destes conceitos no Ensino Médio.

2 Trajetória, deslocamento e distância percorrida no Ensino de Física

As investigações sobre as concepções espontâneas ou perfis conceituais relacionados à dinâmica são recorrentes (PRUDÊNCIO, 2017). Principalmente relacionados a relação entre força e movimento, a associação entre velocidade e força (VILANI; PACCA; HOSOUME, 1985; PEDUZZI, 1996; GOMES; FUSINATO; NEVES, 2010) entre os estudantes de educação básica torna-se um obstáculo para a compreensão da primeira e da segunda leis de Newton (REZENDE; BARROS, 2001; MONTEIRO; MARTINS, 2015).

Já as investigações sobre as concepções relacionadas à cinemática são menos recorrentes (PRUDÊNCIO, 2017), mas não menos importante dos professores de Física terem conhecimento a fim de superar possíveis obstáculos didáticos que possam encontrar na sala de aula. A separação entre os conceitos de velocidade e aceleração são comumente associados pelos estudantes por suas experiências cotidianas, ocasionando certas confusões como a proporcionalidade entre velocidade e aceleração (se um aumenta a outra também aumenta) ou de que são grandezas física iguais (VILANI; PACCA; HOSOUME, 1985). Há também a dificuldade na interpretação da representação gráfica destes conceitos, como separar a forma de um gráfico de sua real trajetória (ARAÚJO; VEIT; MOREIRA, 2004).

Ramos e Scarinci (2013) trazem, entretanto, uma investigação focada nas concepções dos conceitos básicos da cinemática e que possui grande importância no estudo da Física: tempo e espaço. Por estarem presentes rotineiramente em nosso dia a dia, os estudantes já possuem uma compreensão bem elaborada sobre estes conceitos que é próxima do uso clássico na Física. Por este motivo, investigações sobre as concepções dos estudantes destes conceitos acabam sendo direcionadas para sua conceituação não clássica, como o tempo na relatividade (AYALA, 2010), ou as suas interfaces com a cultura humanística e de massa (SOUZA; TESTONI; BROCKINGTON, 2016).

Nosso destaque, entretanto, volta-se para as representações dos conceitos de trajetória, distância percorrida e deslocamento. Nos livros didáticos⁵ é recorrente encontrarmos a definição destes termos, bem como exemplos que buscam explicá-los. Yamamoto e Fuke (2010), por exemplo, trazem a discussão de trajetória e espaço (como distância percorrida) em um mesmo tópico, partindo de suas definições e relacionando ambos os conceitos, conforme expresso a seguir:

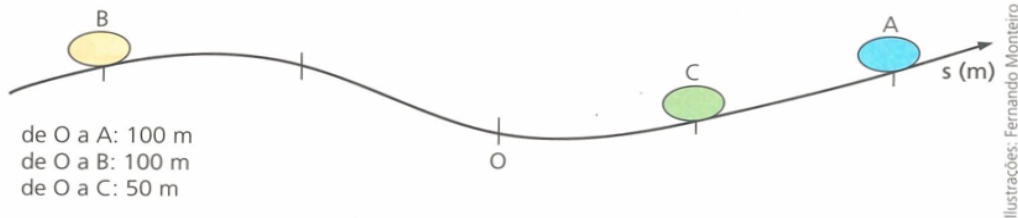
Trajétória é o conjunto formado por todas as posições ocupadas por um móvel durante seu movimento, tendo em vista determinado referencial.
Espaço(s) é o valor algébrico da distância medida na trajetória, entre a posição do móvel e a origem (O) dos espaços (o ponto de referência do móvel), em determinado instante de tempo (t). (YAMAMOTO e FUKE, 2010, p. 41)

Já o exemplo proposto por Yamamoto e Fuke (2010) para explicar os conceitos

⁵ Os dois livros didáticos referidos nesta parte do artigo fizeram parte do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2010 e exemplificam algumas das possibilidades de organização e conceituação para a trajetória, o deslocamento e a distância percorrida.

de trajetória e espaço (distância percorrida) envolve uma ilustração representativa, entretanto não contextualizada com uma situação do dia a dia (Figura 1).

Figura 1: Ilustração utilizada para explicar os conceitos de trajetória e distância percorrida



Fonte: Yamamoto e Fuke (2010, p. 41)

O conceito de deslocamento é tratado pelos autores em um tópico específico, que é iniciado pela própria definição do termo:

As mudanças de posição de um móvel sobre certa trajetória ficam caracterizadas pela variação do espaço, ou deslocamento escalar. Para um objeto que se move entre uma posição de partida (s_0 = espaço inicial) e uma posição de chegada (s_t = espaço final), o deslocamento escalar (Δs), em notação algébrica, é: $\Delta s = s_t - s_0$ (YAMAMOTO e FUKU, 2010, p. 45)

O exemplo trazido pelos autores é um exercício sem imagem representativa e que não relaciona com os conceitos de trajetória e espaço anteriormente trabalhados, ainda que seja preciso diferenciar os conceitos de distância percorrida e deslocamento para a resolução do exercício:

Um veículo de carga que sai do km 28 de uma rodovia deve ir até o km 239 dela. No caminho, o motorista para no posto de combustível do km 135, volta até a lanchonete no km 133 e depois segue até o destino final. (YAMAMOTO e FUKU, 2010, p. 45)

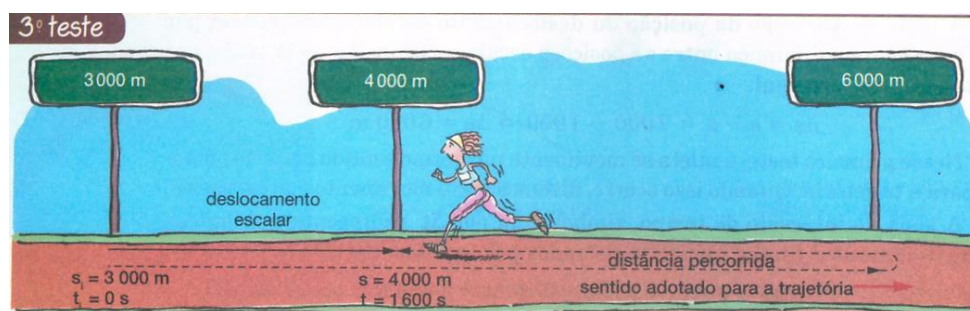
Já no livro de Xavier e Barreto (2010) há um tópico específico para a discussão dos conceitos de deslocamento e distância percorrida. Nesse tópico, os autores buscam diferenciar ambos os conceitos, sendo que o "deslocamento escalar depende somente das posições escalares (inicial e final) ocupadas pelo móvel, e a distância percorrida depende do comprimento da trajetória descrita por ele (XAVIER e BARRETO, 2010, p. 54).

A diferenciação entre os termos é exemplificada com uma situação unidimensional na qual o sentido do movimento é invertido em determinado momento, como podemos ver na representação da Figura 2.

Já para a trajetória é dedicado um pequeno tópico em que é destacado a sua dependência em relação ao referencial, como mostra a Figura 3, e a sua relação com

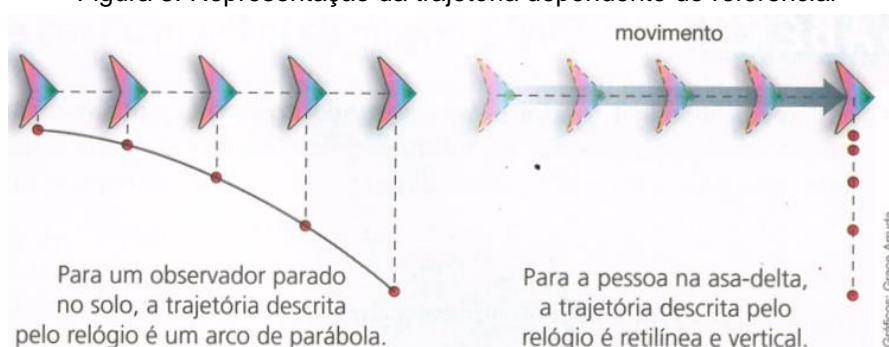
movimento progressivo e retrógrado.

Figura 2: Representação utilizada para diferenciar os conceitos de deslocamento e distância



Fonte: Xavier e Barreto (2010, p. 54)

Figura 3: Representação da trajetória dependente do referencial



Fonte: Xavier e Barreto (2010, p. 52)

Uma pequena comparação entre as formas de abordagem dos conceitos de trajetória, distância percorrida e deslocamento nestes dois livros de Ensino Médio já nos mostra uma certa amplitude de abordagens possíveis para o ensino desses conceitos. As diferenças podem ser representativas, fazendo uso de imagens mais genéricas, como no caso da Figura 1, ou buscando alguma proximidade com uma situação cotidiana, como a Figura 2. Também há aprofundamentos conceituais distintos possíveis para além de sua definição ou da representação matemática, como a relação da trajetória com o referencial (Figura 3) ou explorar as diferenças entre distância percorrida e deslocamento. Na próxima seção iremos trazer um referencial teórico que nos possibilita dialogar com essas abordagens dos conceitos científicos.

3 Algumas possibilidades para o conceito científico

Nessa seção, retomamos algumas possibilidades de se pensar o conceito científico, principalmente no que tange a relação entre sujeito e objeto. Nosso objetivo é ter um arcabouço teórico que nos auxilie a compreender os limites e as potencialidades da atividade proposta para o ensino dos conceitos de distância percorrida e deslocamento a partir da relação entre sujeito e objeto. Traremos, para tal, as noções de perfil epistemológico (BACHELARD, 1978) e de perfil conceitual

(MORTIMER, 2000), além da abordagem semiótica proposta por Lemke (1990; 1998). Essas abordagens podem ser compreendidas como tendo bases teóricas distintas. Ainda assim, a aproximação que fazemos é em torno de uma perspectiva em comum de um sujeito plural frente aos conceitos científicos e que, essa aproximação, nos permite perceber aspectos distintos desta relação.

Bachelard (1978) traz em discussão uma crítica a perspectiva dualista entre teoria e experiência. Refletindo especificamente sobre a Filosofia das Ciências, o autor defende que não há plenitude em nenhuma doutrina filosófica sobre o objeto, racionalismo e empirismo seriam o complemento efetivo um do outro. Não cabe assim ao filósofo da ciência a ambição de encontrar e defender uma perspectiva única sobre o conjunto de uma ciência, afinal,

para caracterizar a filosofia das ciências seremos então conduzidos a um pluralismo filosófico, o único capaz de informar os elementos tão diversos da experiência e da teoria, elementos estes tão diferentes no seu grau de maturidade filosófica. Definiremos a filosofia das ciências como uma filosofia dispersa, como uma filosofia distribuída. (BACHELARD, 1978, p. 8)

A possibilidade de um pluralismo filosófico reflete na compreensão dos conceitos científicos. Bachelard (1978) traz a exemplo um conceito particular, o de massa. Multifacetado, este conceito adquire características distintas a depender da doutrina filosófica que se parte. Se podemos ter uma noção empírica de massa a partir do que medimos em uma balança, também podemos racionalizar este conceito como o quociente entre a força e a aceleração, tal como proposto por Newton. Bachelard (1978) traz ainda mais duas perspectivas para o conceito de massa, uma dependente da velocidade relativística e outra de massa negativa decorrente dos resultados de Dirac. Essas duas perspectivas, ainda que podendo estar presentes em alguns textos bases de Física, são interpretações em desuso (consideradas errôneas atualmente), uma pela não referência histórica da massa relativística e sua matematização sem representação Física (OSTERMANN e RICCI, 2004) e o outra pela compreensão de que a *massa negativa* obtida por Dirac seria, na verdade, uma energia negativa e resultou na proposição das antipartículas (como o pósitron) posteriormente observados experimentalmente.

O conceito de massa para Bachelard (1978) deixa de ser único. A representação de massa para um químico de laboratório, muito associada ao empirismo da balança, pode lhe ser muito útil e essencial, o que poderia não ser para

um físico teórico. A esta amplitude de possibilidades de conceituação que Bachelard (1978) chamou de perfil epistemológico. Um perfil epistemológico que se refere sempre a um dado conceito e que, em um mesmo cientista, essa amplitude de possibilidades podem conviver em menor ou maior grau, a depender das experiências em que se faz uso.

Mortimer (2000) parte de Bachelard para o seu delineamento de perfil conceitual. Com um direcionamento para o ensino, Mortimer (2000) identifica que muitos dos problemas de aprendizagem possuem aspectos ontológicos e não epistemológicos, como no caso do átomo quântico em relação ao átomo clássico. Esses aspectos ontológicos dos conceitos científicos são responsáveis por parte das dificuldades de aprendizagem dos estudantes, já que exigem uma mudança na natureza de como é interpretado determinado conceito. Menezes, Machado e Silva (2020) mostram como trazer esses aspectos para o Ensino de Química contribui para uma melhor compreensão do conceito de átomo.

Para além da soma desta perspectiva também ontológica para o conceito científico, as discussões trazidas por Bachelard e Mortimer possuem uma perspectiva comum de convivência de diferentes categorias conceituais, como é saliente na definição de perfil conceitual

como um sistema supraindividual de formas de pensamento que pode ser atribuído a qualquer indivíduo dentro de uma mesma cultura. Apesar de cada indivíduo possuir um perfil diferente, as categorias pelas quais ele é traçado são as mesmas para cada conceito. A noção de perfil conceitual é, portanto, dependente do contexto, uma vez que é fortemente influenciada pelas experiências distintas de cada indivíduo; e dependente do conteúdo, já que, para cada conceito em particular, tem-se um perfil diferente. Mas as categorias que caracterizam o perfil são, ao mesmo tempo, independentes de contexto, uma vez que, dentro de uma mesma cultura, têm-se as mesmas categorias pelas quais são determinadas as diferentes zonas do perfil. (MORTIMER, 2000, p. 80).

Na abordagem epistemológica e ontológica trazidas por Bachelard (1978) e Mortimer (2000) é possível destacar um aspecto de grande relevância para a relação entre sujeito e objeto. Por um lado, partindo da análise dos conceitos científicos, vemos que eles não são absolutos ou isolados, pois tomam forma dentro do contexto em que são utilizados. Por outro lado, os sujeitos podem se relacionar, em maior ou menor grau, com os conceitos científicos em distintos contextos fazendo uso dos significados que lhe cabem no determinado momento. Ou seja, o sujeito, de forma plural, pode conviver com diferentes definições ou compreensões de um mesmo

conceito sem que isso lhe cause conflito.

Essa relação plural do sujeito com o conceito dependente do contexto também pode ser trazida para as diversas formas de representação de um conceito. Lemke (1990) traz esta perspectiva a partir de elementos da semiótica defendendo que “pessoas diferentes constroem diferentes significados para a mesma palavra, o mesmo diagrama, o mesmo gesto. A mesma pessoa pode construir diferentes significados para algo em diferentes momentos, dependendo das circunstâncias e das experiências vivenciadas.” (LEMKE, 1990, p. 186, tradução nossa). A exemplo, Lemke (1998) cita o símbolo V que pode ser interpretado em Física tanto como velocidade quanto como voltagem. A diferenciação entre estas interpretações está no contexto, afinal, está se falando de mecânica ou de eletricidade?

Lemke (1998) traz, entretanto, um contraponto essencial para compreendermos a aprendizagem de um conceito científico. Ele faz este contraponto a partir da dicotomia entre as perspectivas mentalistas e semióticas de compreender o conceito científico. Para tal, questiona primeiramente o que é o conceito científico de energia:

É a palavra “energia” e as formas como usamos esta palavra? É o símbolo E e as equações matemáticas em que este símbolo aparece? É um diagrama de níveis de energia, ou o gráfico dos poços potenciais de energia? É o conjunto de procedimentos para medir experimentalmente a energia térmica ou elétrica em algum sistema? (LEMKE, 1998, s/p)

Pela perspectiva mentalista, é possível entender cada uma destas situações como vestígios da ideia de energia, formas de representação de uma realidade que possuem equivalência. Já, pela perspectiva semiótica, não existe o fenômeno energia real e único que corresponde ao conceito de energia. Há uma série de fenômenos materiais complexos que nos auxiliam a construir a noção de energia. O conceito científico é uma construção histórica que se dá por meio de signos, sejam eles palavras, símbolos, imagens e ações.

No ensino, o maior impacto desta diferenciação é reconhecer que cada uso ou cada possibilidade de representação do conceito de energia não emerge de uma concepção geral do termo (a sua definição). É preciso reconstruir cada uma das equivalências, seus usos, suas equações e como funcionam, seus diagramas, as diferentes representações verbais, matemáticas, visuais e operacionais e as suas equivalências (LEMKE, 1998).

A relação entre o sujeito e o objeto, no nosso caso, relacionado aos conceitos de distância percorrida e deslocamento, nos permite reconhecer as possibilidades de representação do conceito, com a situação dada, podendo resultar em respostas distintas da esperada pelo professor. A compreensão do conceito pode, em dada situação, ser entendida como aprendida por determinado estudante, já em outra situação, este mesmo estudante pode fazer uso de outra zona do perfil, a qual o professor conclui como não aprendido o mesmo conceito.

4 Contexto

As aulas analisadas neste trabalho foram planejadas e desenvolvidas na primeira edição do Programa de Residência Pedagógica (RP) ofertado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Esse programa teve sua primeira edição iniciada em 2018, sendo uma reformulação (divisão) do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) (CAPES, 2018). O RP destina-se a alunos de cursos de licenciaturas de universidades federais, municipais e privadas sem fins lucrativos, que tenham frequentado 50% do curso. Na primeira edição do programa, o aluno deveria dedicar 440 horas em 18 meses, sendo 100 horas desenvolvidas em regência de classe, supervisionadas por um orientador (professor da universidade) e um preceptor (professor da escola). Como um fomento à educação, esse programa do governo federal visa incentivar a formação dos professores, ao diminuir o distanciamento entre os estudantes do ensino superior e a realidade da escola pública, além de contribuir com a diminuição da evasão nos cursos de licenciatura.

Neste trabalho iremos analisar as contribuições e os necessários ajustes em uma atividade prática que visava a formação dos conceitos de trajetória, distância percorrida e deslocamento. Essa atividade foi realizada em uma escola pública estadual no Rio Grande do Sul, mais especificamente na região periférica de Porto Alegre. A atividade aqui analisada fez parte de uma sequência didática voltada para a introdução da cinemática em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio. A atividade analisada não foi a única a trabalhar os conceitos de trajetória, distância percorrida e deslocamento, sendo importante, portanto, para a nova análise situá-la dentro da sequência de aulas em que se trabalhou com os mesmos conceitos. Essa sequência de aulas podemos separar em três blocos, como destacado no Quadro 1.

As primeiras aulas ministradas aos estudantes, tinham como objetivo

apresentar e resolver exercícios sobre o conteúdo de trajetória, deslocamento e distância percorrida. Inicialmente esta atividade foi planejada para ter uma duração de duas aulas, porém diante da falta de professores na escola, foi estendida para quatro aulas. O desenvolvimento dessas aulas foi amparado nas vivências dos alunos, de modo a exemplificar situações cotidianas, como o trajeto de alguns ônibus que os alunos utilizavam. Já os exercícios contemplavam possíveis distinções entre os conceitos de deslocamento e de distância percorrida, sendo um dos exemplos um exercício envolvendo a trajetória fechada de um circuito de Fórmula 1, similar à questão 3 da atividade avaliativa final que será analisada mais adiante.

Quadro 1: Sequência de aulas em que se trabalhou com os conceitos de trajetória, distância percorrida e deslocamento

Conteúdos	Aulas	Atividade desenvolvida	Instrumentos de análise
Trajetória, distância percorrida e deslocamento	01 à 04	Apresentação e exercícios dos conceitos de deslocamento e distância percorrida	Não analisadas
	05 e 06	Atividade prática com brinquedos de dar corda	Relatório da atividade prática que envolveu 4 orientações
	07 e 08	Avaliação final	Questões 02 e 03 da avaliação que envolveram os conceitos objeto da análise

Fonte: Elaboração própria

Após as quatro primeiras aulas de apresentação e de exercícios sobre os conceitos de trajetória, deslocamento e distância percorrida, foi proposta uma atividade prática relacionada a esses conceitos. Com o uso de quatro brinquedos de dar corda, foi proposto que os estudantes se dividissem em quatro grupos e que descrevessem o movimento de todos os brinquedos conforme as seguintes orientações:

- I. Desenhe a trajetória de cada brinquedo.
- II. Meça o deslocamento de cada brinquedo.
- III. Faça uma tabela com os deslocamentos e as trajetórias de cada brinquedo.
- IV. Escreva o que você concluiu dessa atividade

A Figura 4 mostra os estudantes manuseando os brinquedos de dar corda durante a atividade.

A primeira parte da análise desenvolvida neste trabalho envolveu as representações e os resultados expostos pelos estudantes nessas quatro orientações da atividade prática. Ao final do trimestre foi realizada uma avaliação final envolvendo

todo o conteúdo trabalhado no período. Nessa avaliação, três questões abordaram especificamente os conceitos de trajetória, deslocamento e distância percorrida.

Figura 4: Alunos manuseando os brinquedos de dar corda



Fonte: Acervo da pesquisa

Traremos essas questões na segunda parte da análise a fim de identificar tanto os conceitos que ficaram bem estabelecidos ou não após a sequência de aulas desenvolvida quanto as possíveis lacunas conceituais resultantes que podem nos auxiliar a reestruturar a atividade prática proposta.

5 Metodologia

Esta é uma pesquisa qualitativa que visa compreender os limites e as potencialidades de uma sequência didática voltada para o ensino dos conceitos de distância percorrida e deslocamento. Os autores são partícipes da atividade desenvolvida, seja como o professor que conduziu as atividades, seja como orientador no decorrer do planejamento da sequência didática.

Os instrumentos utilizados na análise foram o questionário aplicado junto à atividade prática (aulas 05 e 06) e três questões da avaliação final da sequência didática (aulas 07 e 08). Organizamos a análise pelos instrumentos utilizados, destacando os conceitos de trajetória, de distância percorrida e de deslocamento. Os trechos referentes a cada um desses conceitos foram analisados buscando compreender a relação entre o que foi mobilizado do perfil conceitual e o desenvolvimento da atividade a que se refere o instrumento. A partir desta relação, buscamos identificar limites no desenvolvimento da atividade, bem como dimensões conceituais que não foram trabalhadas na sequência didática.

6 Análise dos dados

Iremos realizar nossa análise separando inicialmente os dados obtidos em cada um dos instrumentos utilizados na pesquisa. Na primeira parte será analisado o relatório de atividades elaborado pelos estudantes. Neste relatório será analisado

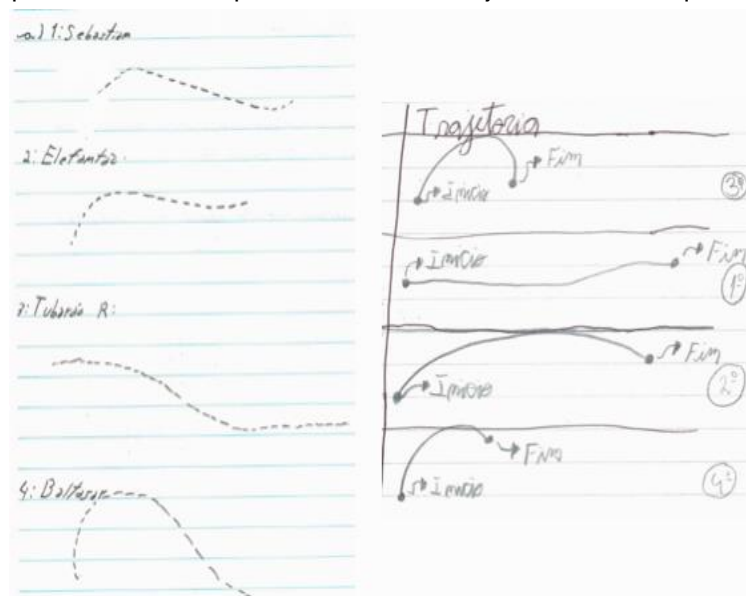
separadamente cada uma das suas orientações, conforme apresentadas no tópico de contexto. O segundo instrumento, a avaliação realizada pelos estudantes, será analisada na segunda parte da análise. Nesta segunda parte será analisada separadamente somente as questões 2 e 3 da avaliação relacionadas diretamente com os conceitos de trajetória, deslocamento e distância percorrida.

6.1 Relatório da atividade brinquedos de dar corda

O relatório foi realizado como etapa final da atividade prática com brinquedos de dar corda com o objetivo de propiciar concretude aos conceitos trabalhados. Este relatório foi composto por quatro orientações com a finalidade de conduzir os estudantes em investigações sobre a trajetória e o deslocamento realizado por diferentes brinquedos de dar corda. As aulas que envolveram essa atividade prática se situaram entre as aulas teóricas com resolução de exercícios e a avaliação. A primeira orientação do relatório dessa atividade envolvia o conceito de trajetória.

Desenhe a trajetória de cada brinquedo — Como resposta a essa orientação, cada grupo de estudantes desenhou a trajetória de todos os quatro brinquedos de dar corda. A Figura 5 mostra exemplos das trajetórias desenhadas pelos grupos.

Figura 5: Respostas dos alunos para as diferentes trajetórias dos brinquedos de dar corda



Fonte: Acervo da pesquisa

As trajetórias de um mesmo brinquedo de dar corda não foi a mesma em todos os grupos, pois os brinquedos foram revezados entre os grupos a fim de que eles tirassem as suas próprias medidas. Vemos que as trajetórias desenhadas envolveram

sempre duas dimensões, não sendo realizada nenhuma trajetória plenamente em linha reta que pudesse ser representada somente em uma dimensão. Essa característica da trajetória dos brinquedos envolvidos é importante para a comparação com a orientação que veio a seguir.

Meça o deslocamento de cada brinquedo — Para medir os deslocamentos os alunos utilizaram uma fita métrica, sendo que encontraram uma dificuldade inicial na medição, pois não tinham muita familiaridade com as representações de medidas com o instrumento, confundindo centímetros e polegadas em alguns momentos. Contudo, com poucas intervenções do professor, e com o auxílio dos colegas, todos os grupos conseguiram realizar suas próprias medidas de deslocamento, que estão condensadas no Quadro 2.

Quadro 2: Medidas para o deslocamento dos brinquedos de dar corda dos quatro grupos participantes da atividade

Brinquedos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Elefante	240 cm	103 cm	179 cm	121 cm
Tubarão	106 cm	154 cm	119 cm	197 cm
Baltazar (pintinho 1)	69 cm	53 cm	66 cm	59 cm
Bartholomeu (pintinho 2)	28 cm	47 cm	7 cm	55 cm

Fonte: Elaboração própria

Faça uma tabela com os deslocamentos e as trajetórias de cada brinquedo — Essa orientação se mostrou repetitiva durante a atividade, pois os estudantes já haviam anotado de forma dispersa na folha de relatório e não se envolveram em condensar os dados obtidos em uma tabela. A orientação possuía como objetivo a comparação entre a trajetória e o deslocamento, para que se pudesse diferenciar posteriormente os conceitos envolvidos. Ainda que os estudantes não tenham respondido diretamente a esta orientação, a comparação pretendida com ela foi realizada na orientação iv.

Escreva o que você concluiu desta atividade — Esta era uma orientação com certo grau de liberdade e, por isso, os estudantes poderiam respondê-la referindo-se às mais diversas experiências. Ainda assim, houve uma série de respostas que remetem a comparação esperada na orientação iii:

Aluno 1: Aprendi que o deslocamento é a relação do ponto inicial e o final, trajetória é o caminho percorrido.

Aluno 2: Conclui que o deslocamento é a distância que percorrem e trajetória é o caminho no qual eu fiz.

Aluno 3: Descobri que a trajetória é o rastro que o bicho percorre e o deslocamento é muito direto.

Essas respostas denotam a percepção desses três estudantes que a trajetória e o deslocamento se referem a conceitos distintos, sendo esse um dos objetivos da atividade. O aluno 3 faz a diferenciação entre trajetória e deslocamento, entretanto associa de forma resumida o conceito de deslocamento ao termo *direto*, parecendo que lhe falta termos mais adequados para explicar o conceito. O aluno 1 já se refere ao deslocamento fazendo uso de uma linguagem próxima da científica ao relacionar com ponto inicial e final. O aluno 2, entretanto, traz uma aproximação entre os conceitos de deslocamento e distância, o que pode resultar em um obstáculo conceitual ao pretender diferenciar deslocamento de distância percorrida. Assim, ainda que estes três estudantes tenham de certa forma explicitado a diferença entre trajetória e deslocamento, suas respostas são distintas em relação ao nível de aproximação com a compreensão esperada para o conceito de deslocamento. Já o conceito de trajetória para estes três alunos parece mais próximo, sendo utilizado os termos *caminho* (por dois dos alunos) e *rastro*.

Cabe destacar que houve respostas as quais não envolveram a distinção entre os conceitos de trajetória e deslocamento. Abaixo destacamos as falas de dois estudantes para corroborar nossas percepções:

Aluno 4: Que Bartholomeu e Baltazar não aguentam correr e não conseguem fazer isso direito, Bartholomeu conseguindo ter um trajeto decente, porém não viajou muito, e Baltazar só andou em U. O elefante precisou de um tapinha, mas depois conseguiu ter um trajeto bom, até bater na parede. O tubarão foi o melhor, viajou longe e não parou mesmo batendo na parede uma vez.

Aluno 5: Eu concluí que o tubarão foi mais longe que todos os bichos.

Ao analisarmos os trechos destacados acima, o aluno 4, respondendo a orientação iv, realiza primeiramente uma descrição do que observou, para depois concluir que um dos brinquedos foi *melhor*. Outro fator de interesse se apresenta na fala do aluno 5, afinal em nenhum momento no desenvolvimento da atividade incentivou-se uma competição entre os brinquedos. Contudo, ainda assim, a percepção de que poderia ter um movimento esperado, desejável ou também eficiente esteve presente na sua fala.

6.2 Questões da avaliação relacionadas à trajetória, à distância percorrida e deslocamento

O segundo instrumento de análise deste trabalho foram duas questões (com uma delas tendo dois itens) presentes na avaliação final da sequência didática (que envolveu outros conteúdos, além de trajetória, distância percorrida e deslocamento). Essa avaliação foi realizada pelos estudantes individualmente e, para além de sua dimensão somativa, ela também nos possibilita compreender um pouco melhor a amplitude de uso que os estudantes estão fazendo dos conceitos trabalhados.

Antes de detalharmos cada uma das questões que serão analisadas, um olhar geral para a quantidade de respostas certas e erradas dos alunos para estas questões pode nos auxiliar em algumas reflexões. Estiveram presentes na avaliação 25 alunos, sendo que para as duas questões analisadas foi possibilitado aos estudantes responderem somente uma em decorrência da extensão da avaliação e o tempo disponível para realizá-la. Ainda assim, quase todos os estudantes optaram por responder as duas questões. No Quadro 3, a quantidade de respondentes em cada uma das questões foram separados entre os que acertaram e os que erraram a questão:

Quadro 3: Quantidade de acertos e erros por questão dos alunos na avaliação

Questão	Conceito avaliado	Respostas certas	Respostas Erradas	Total de respondentes
02 a-)	Distância Percorrida	25	0	25
02 b-)	Descolamento	0	25	25
03	Deslocamento e distância Percorrida	15	5	20

Fonte: Elaboração própria

Em uma análise superficial para a questão 2 (2a e 2b), pode-se ter a impressão de que os estudantes compreenderam o conceito de distância percorrida, o que não ocorreu com o conceito de deslocamento. Entretanto, considerar a perspectiva de Lemke (1998) para os conceitos científicos é aceitar que os estudantes compreendem um conceito a partir de seus variados usos e não de uma concepção ou definição geral deste conceito. Essa perspectiva já nos permite ter um olhar diferenciado para os resultados de acertos das questões analisadas, em que se torna relevante não dizer se os estudantes aprenderam ou não os conceitos trabalhados, mas sim se eles compreenderam o uso que se faz ou a forma de se relacionar com esses conceitos

em determinados contextos. Essa perspectiva se torna mais relevante se adicionarmos os resultados da questão 3 na análise, em que também se trabalhou o conceito de deslocamento, porém houve uma quantidade de acerto relevante em contraponto à questão 2b. Torna-se, portanto, imprescindível analisar cada uma das questões detalhadamente, afinal é desta forma que iremos trazer o contexto envolvido em cada caso em relação ao conceito trabalhado.

Questão 02 da avaliação — A questão 2 envolveu os conceitos de distância percorrida e deslocamento em um contexto bem específico, numa situação bidimensional representada por uma imagem de um satélite, conforme representado na Figura 6.

Figura 6: Questão 2 da avaliação

Questão 2 - Pedro sai do Instituto Estadual Dom Diogo de Souza rumo ao Bourbon Shopping Wallig, mas antes passa na padaria Schneider. Ele percorre 600 metros do Dom Diogo até a padaria e depois anda mais 1200 metros da padaria ao Shopping Wallig (Representado na imagem a seguir).



A. Qual a distância percorrida por Pedro?

B. Qual o deslocamento percorrido por Pedro?

Fonte: Acervo da pesquisa

Esperava-se que os estudantes relacionassem a atividade prática com os brinquedos de dar corda a fim de responder a esta questão. Na imagem (Figura 5) está representada uma trajetória, tal como eles fizeram na atividade prática, na qual expressaram ter uma concepção coerente para o deslocamento, além de calcular corretamente o movimento dos brinquedos (orientações ii e iv da análise do relatório da atividade prática). Entretanto, não é o que observamos em suas respostas a essa questão 2 da avaliação.

Enquanto todos os estudantes responderam corretamente a pergunta quanto à distância percorrida, nenhum acertou o deslocamento expresso na imagem. Pelas respostas dos estudantes à questão 2b, vemos que poucos associaram distância percorrida como sendo o mesmo que deslocamento, mas a grande maioria considerou como ambos tendo valores distintos, sendo que para o deslocamento realizaram a

conta inversa da distância percorrida (subtração ao invés de soma). As respostas dos estudantes à questão 2 foram:

- 20 responderam 600, sendo oriundo da subtração ($1200 - 600 = 600$).
- 4 responderam 1800, sendo oriundo da soma ($1200 + 600 = 1800$).
- 1 respondeu por extenso "Dom Diogo até Wallig shopping".

Algumas reflexões decorrem deste olhar que nos auxiliam a repensar o desenvolvimento das atividades. Primeiro que a atividade prática não contribuiu adequadamente para os estudantes resolverem a questão 2 da avaliação. A atividade prática não trabalhou o conceito de distância percorrida, e isso pode ter contribuído para certa confusão entre os conceitos. Uma abordagem comparativa entre os conceitos, nos moldes que Xavier e Barreto (2010) fazem, poderia contribuir para evitar esse resultado negativo. Também não foi trabalhado na atividade prática um referencial bidimensional. Nesta, foi possível medir o deslocamento diretamente (uma linha reta da posição final para a posição inicial), porém na imagem da questão 2 essa medida envolveria o cálculo por Teorema de Pitágoras considerando que os catetos estão cada em um dos eixos do plano cartesiano. Uma abordagem bidimensional na atividade prática poderia ter sido enfatizada a fim de tentar minimizar esse problema.

Questão 03 da avaliação — A questão 3 da avaliação final foi proposta tendo como referência as quatro primeiras aulas da sequência didática. A grande maioria dos estudantes acertaram esta questão (75%, conferir Quadro 3). Essa questão 3, Figura 7, envolveu os conceitos de deslocamento e distância percorrida em uma trajetória fechada de circuito de fórmula 1:

Figura 7: Questão 3 da avaliação

Questão 3 - Um carro de fórmula 1 faz um circuito fechado, saindo de um ponto e retornando a esse mesmo ponto. Supondo que esse carro tenha feito o circuito duas vezes e o comprimento do circuito seja 6000 metros, qual será seu deslocamento total e a sua distância percorrida ao fim do circuito?

Fonte: Acervo da pesquisa

A questão 3 da avaliação final foi proposta tendo como referência as quatro primeiras aulas da sequência didática. A grande maioria dos estudantes acertaram esta questão (75%, conferir Quadro 3). Um olhar individualizado para esta questão poderia interpretar como satisfatória a compreensão dos conceitos de distância percorrida e deslocamento pelos estudantes. Entretanto, a questão 2b, respondida pelos mesmos estudantes, nos diria o contrário. Este resultado corrobora com a visão

de Lemke (1998) de que o conceito científico não é unicamente uma definição, mas também as suas representações verbais, matemáticas, visuais e operacionais e as suas equivalências. Desta forma, é possível para os estudantes compreendam algumas representações relacionadas aos conceitos e não compreendam outras, não sendo adequada as conclusões absolutas de que os estudantes sabem ou não sabem determinado conceito.

A representação bidimensional do conceito de deslocamento, por exemplo, não foi abordada nesta questão 3. Ainda que um circuito de fórmula 1 esteja em um plano, a resolução deste exercício pode ser realizada considerando somente uma dimensão, a do perímetro do circuito. Assim, esta questão não envolve a compreensão bidimensional para os conceitos de distância percorrida e deslocamento.

Outro fator que pode ter contribuído para um maior número de acertos na questão 3, em relação ao conceito de deslocamento, pode ser a sua aproximação com exercícios resolvidos nas aulas 1 e 2. A questão 2 foi proposta tendo como referência a atividade prática e não os exercícios desenvolvidos nas duas primeiras aulas da sequência.

Comparando o que fora trabalhado nas questões 2 e 3, os estudantes investigados conseguiram se relacionar bem com o conceito de deslocamento unidimensional, entretanto o mesmo não ocorreu com sua concepção bidimensional. Durante a sequência de aulas trabalhadas, não foram desenvolvidas práticas (de exercícios e nem experimentais) com os estudantes da educação básica que envolvessem uma perspectiva bidimensional para o conceito de deslocamento. Na perspectiva do perfil epistemológico tal como proposto por Bachelard (1978), em que a aceção de um conceito está relacionado com uma prática atrelada, não era de se esperar, portanto, que os estudantes desenvolvessem tal perspectiva bidimensional da mesma forma que desenvolveram a perspectiva unidimensional. Já, numa perspectiva ontológica, tal como trazida por Mortimer (2000), podemos nos perguntar se essa dificuldade vivenciado pelos estudantes se relaciona com a natureza do conceito, podendo ser compreendida somente como unidimensional pelos estudantes, não percebendo a existência bidimensional do conceito.

7 Considerações finais

A atividade docente envolve um processo de reflexão sobre a sua própria ação

(SCHÖN, 2000). Considerando a perspectiva de professor-pesquisador de Stenhouse (1991), esse processo de reflexão visa a produção de conhecimento pelo professor sobre a sua própria prática a partir de um diálogo com teorias de ensino e aprendizagem. Uma produção de conhecimento que contribui diretamente para o redirecionamento da prática do professor que a realiza, mas que também pode auxiliar outros professores e pesquisadores a compreender as possibilidades de relação entre a teoria e a prática docente. Sendo este trabalho desenvolvido no âmbito do Programa de Residência Pedagógica voltado para a formação inicial de professores, assumimos um compromisso maior de socialização das reflexões e os decorrentes conhecimentos produzidos.

A inserção de uma atividade prática pode ser uma estratégia de mobilização dos estudantes e de concretude para a aprendizagem de determinados conceitos científicos. Vimos neste trabalho, entretanto, que, para a sua inserção em uma sequência de aulas, é necessário caracterizar bem o que está sendo trabalhado, pois dentro de uma ampla possibilidade de representações dos conceitos científicos, a atividade prática ou a sua forma de desenvolvimento, pode envolver ou focar compreensões distintas das esperadas. As diferenças entre os acertos e erros nas respostas das questões 2 e 3 nos permitiu compreender melhor como o *aprender* um determinado conceito científico não é absoluto e envolve suas variadas representações, corroborando com a perspectiva exposta por Lemke (1990; 1998). Vimos também que as acepções unidimensional e bidimensional do conceito de deslocamento podem envolver uma validação a partir da prática associada, numa perspectiva não dualista entre teoria e experiência, tal como nos coloca Bachelard (1978). Caso as perspectivas unidimensional e bidimensional sejam compreendidas como naturezas ontológicas distintas, a transição de uma para a outra envolveria ainda um obstáculo para a compreensão dos estudantes, conforme destaca Mortimer (2000) e que, por isso, necessitaria de uma atenção especial.

Em nossa análise, a possibilidade de representação bidimensional do conceito de deslocamento foi um aspecto que poderia ter sido trabalhado adequadamente na atividade prática (fazendo uso de coordenadas cartesianas) e que se mostrou falha quando cobrada na avaliação final. A atividade prática também não trabalhou o conceito de distância percorrida, o que poderia ser facilmente adicionado com o uso de uma fita métrica pelos estudantes (também um desafio interessante de medida).

Com isso, percebemos que a atividade prática não envolveu um objetivo maior de diferenciação entre os conceitos de distância percorrida e deslocamento, o que pode ter resultado nas confusões conceituais expressas na questão 2b. E a diferenciação entre trajetória e deslocamento expressa como pelos estudantes nas conclusões da atividade prática (orientação iv), não foram suficientes para a realização dessa mesma questão 2b. Não foi explorada com os estudantes a aproximação entre os conceitos de trajetória e distância percorrida.

Com os resultados expressos trazemos alguns elementos que contribuem para o aprofundamento do ensino de conceitos aparentemente simples de trajetória, distância percorrida e deslocamento. Discutir esses conceitos somente a partir de suas definições podem não representar a complexidade envolvida neles em suas múltiplas representações. Vemos também que esmiuçar os elementos presentes no ensino destes conceitos não é recorrente, sendo investigações deste tipo realizadas com conceitos mais relacionados à dinâmica do que à cinemática (PRUDÊNCIO, 2017). Ainda dentro da cinemática, a análise de concepções dos estudantes sobre velocidade e aceleração adquirem mais destaque, ou mesmo o conceito de tempo, por sua interface com a relatividade (AYALA, 2010). Galvão e Assis (2019), por exemplo, fizeram uso de carrinhos de brinquedo em uma atividade experimental investigativa que contribuiu para uma compreensão do conceito de velocidade média por meio da relação entre deslocamento e tempo.

Assim, o foco deste trabalho está localizado nos conceitos de trajetória, distância percorrida e deslocamento, pode nos trazer mais reflexões se considerarmos o seu contexto. Ser decorrente de uma experiência de regência de um estudante de licenciatura tem dois aspectos relevantes a serem considerados. O primeiro, relacionado a uma problemática com origem na prática de um professor iniciante e que resulta em questionar o ensino de conceitos que poderiam ser considerados elementares, ou sem grandes nuances. O segundo, relacionado com a aprendizagem deste professor iniciante, que percebe como parte de sua formação um olhar mais atento para o que realmente está sendo ensinado em uma determinada atividade proposta, bem como seus limites e possíveis reformulações. Uma atividade prática não é boa somente por ser uma atividade prática, é preciso organizá-la e redirecioná-la a partir dos objetivos que se tem e dos resultados de aprendizagem alcançáveis naquele momento. Uma ação que envolve a própria formação do

professor-pesquisador.

Trazemos, por fim, aqui também uma reflexão sobre a pesquisa desenvolvida. A análise da atividade enquanto objeto de pesquisa foi realizada após o encerramento da interação do licenciando com a escola, não sendo possível retornar seus resultados para sanar as dificuldades identificadas pelos estudantes. Esta se torna uma reflexão importante que nos mostra um dos limites das investigações científicas frente ao que ocorre no cotidiano escolar. Por outro lado, enquanto participe como coautor neste artigo, espera-se que o licenciando, futuro professor, desenvolva elementos de reflexão na ação e sobre a ação (SCHÖN, 2000) que possibilite intervenções mais imediatas no desenvolvimento dos estudantes da educação básica.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo apoio via Programa Residência Pedagógica.

Referências

ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da Cinemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, 2014, p. 179 -184, 2004.

AYALA, A. F. L. A construção de um perfil para o conceito de referencial em física e os obstáculos epistemológicos a aprendizagem da teoria da relatividade restrita. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 155-179, 2010.

BACHELARD, G. **A filosofia do não; O novo espírito científico; A poética do espaço**. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

CAPES. **Edital nº 06/2018** - Programa de Residência Pedagógica. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/01032018-edital-6-2018-residencia-pedagogica-pdf>; acesso em: 13, dez, 2021.

GALVÃO, I.; ASSIS, A. Atividade experimental investigativa no ensino de Física e o desenvolvimento de habilidades cognitivas. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 1, p. 14-26, 1 jan. 2019.

GOMES, L. C.; FUSINATO, P. A.; NEVES, M. C. D. Análise da relação entre força e movimento em uma revista de divulgação científica. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 2, p.341-353, 2010.

LEMKE, J. L. **Talking Science: Language, Learning, and Values**. New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 1990.

LEMKE, J. L. **Teaching All the Languages of Science: Words, Symbols, Images, and**

Actions. Paper presented at **La Caixa Conference on Science Education**, 1998.

MENEZES, V. M. S.; MACHADO, S. M. F.; SILVA, E. L. Perfil conceitual a respeito da concepção atomística dos estados físicos da matéria de um grupo de alunos da educação de jovens e adultos – EJA. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 5, p. 223-242, 8 ago. 2020.

MONTEIRO, M. M.; MARTINS, A. F. P. História da ciência na sala de aula: uma sequência didática sobre o conceito de inércia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, p. 4501- 45019, 2015.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

OSTERMANN, F.; RICCI, T. S. F. Relatividade restrita no ensino médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 1, p. 83-102, abr. 2004.

PEDUZZI, L. O. Q. Física Aristotélica: por que não considerá-la no ensino da mecânica? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 13, n. 1, p. 48-63, jan. 1996.

PRUDÊNCIO, M. E. D. **Contribuições para a superação dos obstáculos epistemológicos e didáticos presentes no ensino-aprendizagem da cinemática no Ensino Médio**. 2017. 249f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) — Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RAMOS, T. A.; SCARINCI, A. L. Análise de concepções de tempo e espaço entre estudantes do ensino médio, segundo a epistemologia de Gaston Bachelard. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 2, p.9-25, 2013.

REZENDE, F.; BARROS, S. de S. Teoria aristotélica, teoria do impetus ou teoria nenhuma: um panorama das dificuldades conceituais de estudantes de física em mecânica básica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, p.1-14, 2001.

SCHÖN, D. A. **Educando o Profissional Reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre, Artmed, 2000.

SOUZA, P. H.; TESTONI, L. A.; BROCKINGTON, J. G. O conceito de tempo no ensino de física: perfis epistemológicos e culturais. **Alexandria**, v. 9, n. 2, p. 3-33, 2016.

STENHOUSE, L. **Investigación y desarrollo del curriculum**. 3ª ed. Madrid: Ediciones Morata, 1991.

VILLANI, A.; PACCA, J. L. A.; HOSOUME, Y. Concepção espontânea sobre movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 7, n. 1, p.37-45, 1985.

XAVIER, C.; BARRETO, B. **Física aula por aula**: mecânica. São Paulo: FTD, 2010.

YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. **Física para o Ensino Médio**: volume 1. São Paulo: Saraiva, 2010.