

Uma Investigação sobre a Mobilização de Conhecimentos Matemáticos no Ensino de Física

Reinaldo Rodrigues da Silva¹

Cintia Ap. Bento dos Santos²

GD3 – Educação Matemática no Ensino Médio

Resumo

Neste artigo apresentamos nossa pesquisa de mestrado que está sendo desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática de uma universidade privada da cidade de São Paulo. Nosso objetivo é investigar como os alunos do 1º ano do Ensino Médio articulam e mobilizam conhecimentos matemáticos que são necessários na resolução de tarefas na disciplina de Física especificamente em relação aos conteúdos de velocidade média e plano inclinado, procuramos verificar também como estes alunos se comportam diante de tarefas que exigem a transformabilidade dos registros de representação semiótica. Como referencial teórico utilizamos os estudos de Raymond Duval sobre os registros de representação semiótica e a abordagem teórica de Aline Robert sobre os níveis de funcionamento do conhecimento esperados dos educandos. Nossa metodologia de pesquisa irá utilizar o método qualitativo, com técnica de análise documental em relação à produção dos alunos na pesquisa de campo. A pesquisa tem como foco analisar e compreender quais as dificuldades e facilidades são apresentadas pelos alunos em relação às articulações dos conhecimentos matemáticos na resolução de tarefas que exigem o trabalho com diferentes tipos de representações de um mesmo objeto matemático, considerando os níveis de dificuldades que os alunos apresentam.

Palavras-chave: Ensino de Física. mobilização de conhecimentos matemáticos. registro de representação semiótica. velocidade média. plano inclinado.

Introdução e justificativa

Este artigo é parte de nossa pesquisa que está sendo desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática. Nesta investigação nos dispomos a pesquisar sobre as dificuldades encontradas por alunos quanto à mobilização de conhecimentos matemáticos no que se refere à articulação das noções de álgebra, funções, grandezas e medidas, geometria e trigonometria que são necessárias em tarefas propostas nas aulas de física quanto ao estudo da cinemática e dinâmica quando se

¹ Universidade Cruzeiro do Sul/ reinaldosimonelli@hotmail.com / Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

² Universidade Cruzeiro do Sul / cintia.santos@cruzeirodosul.edu.br / Professora Orientadora

trabalha os conceitos de velocidade média e plano inclinado. No momento esta pesquisa encontra-se fase de elaboração dos instrumentos a serem utilizados na pesquisa de campo.

Por nossa própria prática docente podemos verificar as dificuldades encontradas por alunos ao resolverem tarefas de Física, no que diz respeito à utilização e reconhecimento de objetos matemáticos aprendidos nas aulas de Matemática. Às vezes podemos perceber que os conteúdos aprendidos nas aulas de Matemática parecem não fazer conexão para os alunos quando precisam dispor deles para solucionar tarefas de Física. Temos clareza que a Física é uma ciência que depende de aspectos conceituais desta disciplina, porém é inegável o forte papel e relação dela com a Matemática quando alunos precisam resolver situações proposta.

A nosso ver uma das problemáticas que envolve a utilização das ferramentas matemáticas na resolução de tarefas de Física são as distintas representações que um objeto matemático pode ter, bem como a sua construção de forma disponível para que alunos possam mobilizá-los quando se fizer necessário. Por exemplo, quando mencionamos que um corpo se desloca com velocidade constante de um ponto a outro com velocidade constante de 60 km/h. O termo 60 km refere-se ao deslocamento deste corpo e o termo hora (h) representa a unidade de tempo, assim podemos entender que a velocidade de um corpo mostra o deslocamento por ele descrito numa unidade de tempo, caso seja mantida esta velocidade. Nesta descrição do exemplo fizemos uso da língua natural, para transmitir a nossa mensagem, mas poderíamos ter a feito por meio de outras representações, como um gráfico ou ainda uma sentença algébrica. Em qualquer um dos casos trataria-se do mesmo objeto matemático, porém apresentado por representações distintas.

Para estudar estas questões de articulação entre conteúdos matemáticos e o Ensino de Física optamos por escolher trabalhar com os conteúdos de velocidade média e plano inclinado, uma vez que, estes permitem evidenciar uma série de conteúdos matemáticos que precisam ser utilizados pelos alunos como a trigonometria, álgebra, grandezas e medidas.

Para validar nossa pesquisa e buscar respostas em relação a todas as considerações já apresentadas, nos apoiar no referencial teórico da Didática da Matemática, em especial a linha da Didática Francesa, com foco nos trabalhos apresentados por Duval (1993, 2009) no que diz respeito aos registros de representação semiótica e na abordagem teórica de Aline Robert (1998) sobre os níveis de funcionamento do conhecimento.

Problema de pesquisa

Com o estudo teórico realizado estaremos estruturando as diretrizes da nossa pesquisa, de tal forma que a nossa problemática de pesquisa será delimitada por questões que pretendemos responder: Quais as dificuldades e facilidades encontradas por alunos em mobilizar conhecimentos matemáticos em tarefas que envolvem os conteúdos de velocidade média e plano inclinado? De que maneira um trabalho que leve em consideração as diferentes formas de representação de um objeto matemático podem contribuir para o estudo da velocidade média e plano inclinado? Quais as concepções os alunos possuem sobre a utilização dos conteúdos que aprenderam nas aulas de Matemática em relação a sua utilização nas aulas de Física?

Metodologia

Para desenvolver nossa pesquisa e resolver a problemática apresentada adotamos como metodologia o método qualitativo com técnica de análise documental, produzido ao longo da nossa pesquisa.

Ludke e André (1986) consideram que a pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes. De acordo com as autoras, a pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada, via de regra, por meio do trabalho intensivo de campo.

A pesquisa de campo será realizada com três turmas do 1º ano do Ensino Médio de uma instituição particular da cidade de São Paulo, em que o efetivo de pesquisa é de 120 alunos. Cabe ressaltar que o professor pesquisador é regente das três turmas na disciplina de Física.

Nossa pesquisa de campo será desenvolvida em três etapas, sendo que cada etapa é contemplada em uma hora-aula de 45 minutos, em que os alunos irão realizar três instrumentos de pesquisa, desenvolvidos a luz do nosso referencial teórico – os registros de representação semiótica e os níveis de funcionamento do conhecimento. Para o primeiro instrumento temos a intenção de elaborá-lo com cinco tarefas sobre velocidade média, levando em consideração a transformabilidade dos registros de representação semiótica e os níveis de funcionamento do conhecimento.

Já para o segundo instrumento, serão elaboradas três tarefas sobre Plano Inclinado, novamente levando em consideração os processos de transformabilidade entre os registros de representação semiótica e os níveis de funcionamento do conhecimento.

Nestas duas etapas da pesquisa nosso objetivo é o de analisar e verificar como os alunos se comportam diante de tarefas que envolvem o mesmo objeto matemático, porém representado de formas distintas e encontra-se em níveis diferentes de conhecimento, ou seja, exigem mobilizações distintas de conhecimento por parte dos educandos.

Nossa terceira e última etapa consiste na elaboração de um terceiro instrumento no formato de questionário com referência aos instrumentos 1 e 2, que tem por objetivo analisar as justificativas assim como a classificação dos alunos em relação ao nível de dificuldade em cada tarefa. Esperamos com este último instrumento verificar as concepções dos alunos em relação à utilização dos objetos matemáticos nas tarefas propostas e o grau de dificuldade que encontram em cada uma delas.

A partir dos dados coletadas por estes três instrumentos da nossa pesquisa de campo, realizaremos uma análise que posteriormente irá culminar no cruzamento destes dados com o nosso referencial teórico na perspectiva de encontrar respostas para nossas questões de pesquisa, vislumbrando sanar nossa problemática de pesquisa frente ao conteúdo de velocidade média no campo da cinemática e plano inclinado presente no campo da dinâmica.

Fundamentação teórica

Conforme mencionamos anteriormente nossa pesquisa adota como referencial teórico os registros de representação semiótica de DUVAL (2003, 2009) e na abordagem teórica sobre os níveis de funcionamento do conhecimento esperados dos educandos de ROBERT (1998). Passamos na sequência a apresentar de forma sintética estas abordagens a fim de trazer a importância destes estudos no contexto de nossa pesquisa.

Podemos perceber uma grande variedade de registros de representação semiótica presente nas situações que envolvem o estudo da cinemática e dinâmica quanto aos conceitos de velocidade média e plano inclinado, percebemos ainda que a dificuldade quanto à aprendizagem dos mesmos é cada vez mais evidente nos diferentes níveis de ensino que contemplam estes eixos presentes na disciplina de Física uma vez que os mesmos se constituem de um domínio de conhecimentos específicos de grandezas e

medidas, álgebra, funções, geometria e trigonometria, não necessariamente ao mesmo tempo.

Para Duval (1993), os registros de representação semiótica são representações referentes a um sistema de significação, ou seja, é uma forma de tornar algo acessível a alguém, comunicando uma ideia que parte de uma formulação mental. Duval (2004) considera que a apreensão perceptiva apresenta função epistemológica na identificação dos objetos em duas ou três dimensões, isso se faz pelos tratamentos cognitivos inconscientemente. De tal forma podemos então evidenciar que a aprendizagem de uma noção dos conceitos de Física esta associada a como é feito o reconhecimento deste objeto matemático e a sua diversidade de registros de representação semiótica, na perspectiva da nossa pesquisa o estudo da velocidade média e plano inclinado pode estar representado de forma algébrica, gráfica ou na língua natural.

Duval (2009) considera que a aquisição conceitual de um objeto matemático passa necessariamente pela aquisição de uma ou mais representações semióticas e este é o grande ponto para a aprendizagem em matemática. Para Duval (2003) a aprendizagem em matemática só se dá efetivamente por parte do aluno quando este consegue reconhecer o mesmo objeto matemático em pelo duas representações distintas.

Pesquisas como a de Santos (2010) evidenciam que um trabalho centrado nos registros de representação semiótica no Ensino de Física podem trazer aspectos que contribuam para o ensino desta disciplina, uma vez, que esta disciplina, em seu estudo, necessita apresentar os procedimentos matemáticos envolvidos em uma determinada situação e, por consequência, essa comunicação exige a mobilização, pelos educandos, da diversidade de registros de representação semiótica.

Duval (2003), afirma que um objeto matemático pode se dar a sua representação de maneiras distintas, e que não se deve confundir um objeto matemático com sua representação, o mesmo ainda relata que este conflito gera a perda da compreensão e que não há conhecimento que possa ser mobilizado sem que se recorra a uma atividade que exija sua representação.

Assim, evidenciamos que a compreensão da matemática se faz necessária a competência em utilizar mais de um registro de representação semiótica, permitindo que o mesmo possa circular de um registro para o outro, e com isso possibilitar a construção de um conhecimento verdadeiro.

Outro aspecto importante da teoria de Duval (1993,2009) é o que ele chama de transformabilidade de uma representação semiótica que o mesmo classifica de transformação de tratamento e transformação de conversão.

Em relação a transformação de tratamento, Duval (1993) afirma que se trata de uma atividade cognitiva que leva a outra transformação de representação semiótica, mantendo o mesmo registro de representação como, por exemplo, a resolução do cálculo da velocidade média ou a média das velocidades. Nestes casos parte-se da representação algébrica e chega-se a solução do problema por meio da mesma representação algébrica.

Já a transformação classificada por Duval (1993) como conversão, requer uma mudança no registro de partida, ou seja, no tipo de registro no qual o aluno começou o processo de resolução, em relação ao registro de chegada, porém deve-se atentar para que o objeto matemático permaneça o mesmo, como por exemplo, podemos mencionar a passagem de uma função horária dos espaços na forma gráfica a sua representação na forma algébrica, ou até mesmo o processo inverso, a mesma função na forma algébrica para a sua representação gráfica.

Com base nestes aspectos da teoria de Duval (1993, 2009), que tratamos com maior profundidade em nossa pesquisa, podemos compreender melhor as dificuldades dos alunos diante de determinadas tarefas que envolvem o estudo de velocidade média e plano inclinado.

Outra abordagem do referencial teórico de nossa pesquisa diz respeito a como os alunos mobilizam conhecimentos matemáticos frente a uma situação proposta. Para este esclarecimento buscamos na abordagem teórica de Robert (1998) elementos para o desenvolvimento de nosso trabalho, uma vez que, a pesquisadora esclarece que a mobilização de conhecimentos por parte dos educandos está associada a três níveis de funcionamento do conhecimento e são eles: técnico, mobilizável e disponível.

Robert (1998) apresenta que o nível técnico é aquele que corresponde à resolução de uma tarefa em que sua solução ocorre de forma imediata em relação à utilização de uma ferramenta, como por exemplo, a aplicação de uma fórmula ou um teorema. No caso particular de nossa pesquisa, um exemplo seria a aplicação de uma fórmula para se determinar a velocidade média de um móvel, dado a distância percorrida pelo mesmo e o tempo gasto nesta mesma distância. Trata-se de uma contextualização simples, restrita, sem etapas, sem trabalho preliminar de reconhecimento. Dessa forma, a noção durante a

aprendizagem, está explícita e não são necessárias adaptações ou mobilização de conteúdos.

Para Robert (1998), no nível mobilizável, fazem parte, tarefas que correspondem aos funcionamentos mais abrangentes do que o nível técnico, ainda indicado, mas que passam da simples aplicação de uma propriedade ou de um teorema. Neste nível é necessário realizar pequenas adaptações para solucionar a tarefa proposta, considerando que a noção em jogo ainda é explícita. No caso de nossa pesquisa, um exemplo, seria uma tarefa em que se deve determinar a velocidade média de um móvel que parte do repouso, e percorra uma determinada distância com aceleração constante e diferente de zero, em função do tempo. Para a solução seria necessário que o aluno tenha conhecimento em como se obter a aceleração de um móvel, e em seguida associar estas informações a uma função horária da velocidade e analisar que quando a aceleração é constante o movimento é uniformemente variado.

Para o nível disponível, Robert (1998) considera que nesta etapa as tarefas correspondem à capacidade do aluno de saber solucionar o que está proposto sem indicações explícitas, de procurar em seus próprios conhecimentos o que pode intervir na solução. Neste nível o aluno deve resolver a tarefa proposta, sem nenhuma indicação ou intervenção do professor. No caso de nossa pesquisa um exemplo seria uma tarefa onde é apresentado um corpo que tende a se deslocar para baixo sobre um plano inclinado sem atrito, onde será solicitado que este aluno determine as componentes das forças que agem sobre o corpo, como a velocidade que o mesmo se desloca ao longo do plano e sua aceleração. Este exemplo requer que o aluno possua além dos conhecimentos sobre grandezas e medidas, proporcionalidade, geometria, trigonometria, funções trigonométricas e decomposição de vetores. Para Robert (1998) este nível representa tarefas que indicam um desafio para o aluno, pois, o mesmo deve organizar seus conhecimentos anteriores de forma a elaborar a solução.

De tal forma, evidenciamos em nosso referencial teórico, que a aprendizagem de conceitos presentes na cinemática e na dinâmica, em relação aos conceitos de velocidade média e plano inclinado, ambos estudados na disciplina de Física, esta associado a como estes alunos mobilizam e articulam estes conteúdos matemáticos e os associam a diversidade de registro de representação semiótica, e como os níveis de funcionamento do conhecimento podem ser uteis como ferramentas de análise para se verificar o nível em que se encontra a aprendizagem de nossos alunos.

Assim, entendemos que nosso referencial teórico nos permite uma análise de como estes alunos aprendem e articulam estes conhecimentos matemáticos na resolução de tarefas na disciplina de Física, umas com mais facilidades e outras em que os alunos não conseguem resolver, mesmo envolvendo o mesmo objeto matemático.

Evidenciamos em nossa pesquisa a possibilidade de uma construção de sequência didática ou cenário levando em consideração o estudo da cinemática e dinâmica que permita a evolução em relação às concepções destes alunos em determinado nível de ensino.

Resultados esperados

Conforme mencionamos anteriormente, nossa pesquisa encontra-se na fase de estruturação do nosso referencial teórico e na formulação das tarefas para que possamos dar início a pesquisa de campo. Esperamos que nossa pesquisa seja um instrumento capaz de verificar e analisar as dificuldades que serão apresentadas pelos alunos, quanto à apreensão dos conceitos matemáticos do Ensino Médio e também a maneira como os alunos mobilizam estes conhecimentos para chegarem à solução total ou parcial de cada tarefa em relação à cinemática e a dinâmica, contemplando os conceitos de velocidade média e plano inclinado na disciplina de Física, que se constitui em um domínio, em que é necessária a articulação de conteúdos matemáticos distintos.

Vale ressaltar que mesmo estando na fase inicial nossa pesquisa, já conseguimos vislumbrar possíveis resultados de como os alunos tendem a apresentar suas dificuldades quanto à apreensão de alguns conceitos no campo da matemática.

Por muitas vezes os professores acreditam que os alunos não serão capazes de resolver determinadas tarefas, simplesmente por não terem aprendido determinada definição ou conceito matemático, quando de fato isso não necessariamente venha ser uma verdade absoluta e com base em nosso referencial teórico já conseguimos entender que por vezes este aluno não consegue ter clareza do seu objeto matemático, que pode estar representado de diferentes maneiras, devendo levar em consideração o grau de complexidade que o mesmo possa estar sendo apresentado, o que para nós se relaciona com os níveis de funcionamento do conhecimento e acaba assim por gerar conflitos entre o objeto e a sua representação e por consequência o aluno não consiga apresentar uma solução.

Assim, a partir destas considerações acreditamos que o nosso referencial teórico possa servir de apoio para a construção de novas metodologias quanto à articulação e

mobilização de conteúdos matemáticos para a aprendizagem dos conceitos estudados na cinemática e dinâmica presentes na disciplina de Física, de modo a desenvolver a autonomia dos alunos no que se refere à resolução de tarefas..

Referências

DUVAL, R. Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. In: *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*. IREM de Strasbourg, vol V. 37-65. 1993.

DUVAL, R. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em Matemática. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). *Aprendizagem em Matemática: registros de representação semiótica*. Campinas, SP: Papirus, 2003. p.11-33.

DUVAL, R. *Semiósis e pensamento humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais*. Trad. de Lênio Fernandes Levy e Marisa Rosâni Abreu da Silveira. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

LUDKE, M. ANDRÉ, M. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

ROBERT, A. Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée à l'université. *Recherches em didactique des Mathématiques*, France, v. 18, n. 2, p. 139-190, 1998.

SANTOS, C. A. B. *O ensino da Física na formação do professor de Matemática*. 2010, 189 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2010.