

INVESTIGAÇÃO SOBRE A ARTICULAÇÃO DE CONCEITOS DE CINEMÁTICA POR ALUNOS DA DISCIPLINA FÍSICA GERAL I NO REFERENCIAL DA TEORIA SOCIO-HISTÓRICA DE VIGOTSKI

BILHALBA, Larissa Pires¹; AYALA FILHO, Álvaro Leonardi. ²

¹ Universidade Federal de Pelotas/Acadêmica do Curso de Licenciatura em Física/Bolsista PET-Física; ²Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Física,(ayalafilho@gmail.com).

1 INTRODUÇÃO

A teoria sócio-histórica de Vigotski propõe que os processos de aquisição da linguagem escrita e a apropriação dos conceitos científicos têm papel fundamental no desenvolvimento do indivíduo. Esses processos são realizados deliberadamente dentro do contexto e das práticas escolares e possuem um alto grau de contingência, dependendo fortemente de como essas práticas são organizadas e executadas. Buscando enfrentar o índice de reprovação apresentado pelos alunos das disciplinas iniciais do curso de licenciatura em Física da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), os autores desse trabalho deram início a um projeto amplo de ensino e pesquisa que pretende analisar o processo de construção de conceitos científicos referentes à cinemática galileana e às Leis de Newton em alunos do primeiro ano do Curso de Licenciatura em Física. O projeto também tem o objetivo de investigar os obstáculos à construção desses conceitos e propor práticas pedagógicas que contribuam na sua superação. Nesse trabalho, vamos apresentar resultados preliminares obtidos na consecução da primeira parte do projeto, qual seja, a investigação sobre as concepções cinemáticas dos alunos, buscando explicitar a rede de conceitos utilizada por esses para descrever problemas cinemáticos que abordam a composição de movimentos. Nossos resultados são interpretados dentro do paradigma da teoria sócio-histórica. Neste contexto, os conceitos são entendidos como tendo seus significados estabelecidos através de uma rede de relações com outros conceitos, compondo uma teoria logicamente consistente (Oliveira e Oliveira, 1999). A teoria diferencia os conceitos científicos e os conceitos espontâneos tanto no seu processo de construção quanto na sua relação lógica. Os conceitos espontâneos têm origem na organização da experiência imediata, são saturados de sentido, são muito pouco sistematizados, limitados em sua capacidade de abstração e sua organização parte dos conteúdos empíricos para níveis mais abstratos. Os conceitos científicos, por sua vez, possuem um caráter verbal, uma construção abstrata e tem os seus significados constituídos dentro de uma rede de relações com outros conceitos igualmente abstratos, que estabelecem interconexões de generalidade e hierarquia. Por exemplo, seguindo Vigotski, “Qualquer número pode ser expresso de inúmeras formas, devido à infinidade de números e ao fato de o conceito de qualquer número conter, também, todas as suas relações com todos os outros números.” (Vigotski; 2009. p.366). Da mesma forma, os conceitos presentes nas Leis de Newton e na cinemática Galileana (Newton, 2002) possuem relações de interdependência, de tal forma que o significado desses conceitos são estabelecidos de forma conjunta nas suas referências mútuas na teoria. O processo de entendimento dos conceitos científicos passa pela construção de uma rede específica de relações que dá suporte aos significados desses conceitos. O processo de construção do conceito se inicia por uma exposição verbal do conceito ao aprendiz. Essa exposição deve fazer referência ao sistema de

relações que dão significado a esse conceito. “Será o duplo caráter de sistematicidade da formulação inicial e sua apropriação gradual dentro de um sistema de interação, que representa a prática pedagógica, o que permitirá o domínio crescentemente *abstrato e voluntário* das formas de conceitualização científica.” (Baquero, 1998, p.91). O aprendiz terá que desenvolver um processo autônomo, consciente e voluntário de construção da rede conceitual, ascendendo a níveis cada vez mais abstratos e descontextualizados. A construção dos conceitos científicos passa, necessariamente, por uma atitude voluntária meta cognitiva, onde o aprendiz tem que refletir sobre seu próprio processo de construção conceitual e dominar esse processo de forma autônoma e consciente. Outro aspecto relevante é o uso arbitrário dos conceitos da teoria, independente da experiência imediata, seguindo apenas as relações lógicas permitidas pela teoria. Voltando ao exemplo, a primeira Lei de Newton afirma que, um corpo manterá seu estado de repouso ou movimento retilíneo uniforme se a resultante das forças que atua sobre ele for nula. Já a segunda Lei afirma, na sua formulação apresentada no ensino médio, que a força resultante que atua sobre um corpo é igual à massa desse corpo vezes a aceleração. As relações entre os conceitos de velocidade, massa e aceleração são arbitrarias e não tem origem na experiência imediata, mas sim são usadas para contextualizar a própria experiência a partir de uma rede de significados abstrata. Também o uso das Leis de Newton para descrever problemas específicos exige uma articulação arbitrária dependente apenas das relações lógicas entre esses conceitos.

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Como já salientamos, essa etapa da pesquisa visa investigar as concepções cinemáticas de um grupo de 10 alunos da disciplina de Física Geral I. Esses responderam a um teste de concepções alternativas e participaram de uma entrevista semi estruturada onde se procurou entender como os sujeitos utilizam suas redes conceituais para descrever as situações físicas que incluem a composição de movimentos. O teste foi aplicado á 15 alunos que responderam qualitativamente à duas questões. No escopo desse trabalho, apresentamos os resultados referentes à questão 1: “Um avião se desloca, com velocidade constante e com altura constante, sobre uma região plana carregando uma bomba em seu interior. Em um determinado momento, o piloto aciona um comando e o fundo do avião se abre, liberando a bomba sem realizar nenhuma força sobre ela. Despreze o atrito da bomba com o ar. Descreva qualitativamente o movimento da bomba: (a) visto por um observador que se move junto com o avião. (b) Visto por um observador no solo.” Nas entrevistas individuais, foi solicitado aos alunos que descrevessem e justificassem suas respostas. As entrevistas foram realizadas com 10 alunos no final do primeiro semestre do curso e foram transcritas para facilitar a análise.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na descrição embasada na cinemática galileana, o movimento da bomba na questão 1 é descrito a partir de uma composição dos movimentos horizontal e vertical. Após ser liberada, a bomba continua com a mesma velocidade horizontal do avião e é acelerada para baixo com a aceleração da gravidade. Para o observador no avião, a velocidade horizontal é nula e a bomba cai em linha reta até o solo. Para

o observador no solo, a velocidade horizontal é a mesma do avião e a composição dos movimentos resultará em uma trajetória parabólica. Dos dez alunos entrevistados, dois descreveram a situação de acordo com a cinemática galileana. Por exemplo, o aluno MG afirmou: no item 1) *“no caso de uma pessoa que se move junto com o avião.... desprezando a resistência no ar....a bomba sai com a mesma velocidade do avião a pessoa lá de cima, só vai ver a bomba descendo”... ela só vai ver a bomba se distanciando verticalmente*. No item 2) *“para uma pessoa que vai estar no solo...a bomba vai descrever uma parábola...porque vamos desprezar a resistência do ar ela vai continuar com a mesma velocidade do avião...mas ela vai ser acelerada no movimento vertical..”*. O aluno articula os conceitos cinemáticos valendo-se da composição de movimentos e salienta que os resultados dependem de desconsiderar explicitamente da resistência do ar. Isso evidencia o uso arbitrário e descontextualizado dos conceitos, pois a resistência do ar está sempre presente em casos reais. Entre os demais alunos, cinco apresentaram uma descrição onde a bomba cai em linha reta quando observada por uma pessoa fixa em relação ao solo. Nesses casos, as entrevistas foram encaminhadas para que o aluno justificasse porque a velocidade da bomba muda quando ela é liberada, já que antes da liberação a velocidade da bomba é a mesma do avião e logo depois é uma velocidade vertical que cresce. Os cinco recorreram a uma argumentação que inclui princípios dinâmicos e que pode ser ilustrada pela fala de FH: *“Porque [a bomba] ela não acompanhou mais o movimento do avião... ela saiu do avião, perdendo aquele movimento... Porque... ela, em si, tava em repouso... ela tava acompanhado o movimento... e aí, na hora que ela foi solta, aí ela perdeu aquele movimento por causa que ela saiu de dentro do avião. “Na verdade, ela tava só acompanhando porque dentro do avião ela tava parada”*. Essa fala contém uma pressuposição sobre dinâmica, qual seja, que a bomba, inicialmente, possui a mesma velocidade do avião, mas, ao ser liberada, deixa de fazer parte do conjunto avião-bomba e, por isso, perde a velocidade desse conjunto. Note que, nessa descrição, não são necessárias forças para modificar a velocidade da bomba. O fato dela não estar mais dentro do avião é suficiente para que ocorra a variação de velocidade. Também a expressão *“ela em si, tava em repouso”* ilustra que a noção de movimento como uma grandeza relativa é objeto de uma confusão, pois são utilizados, indiscriminadamente, na mesma descrição, dois referenciais distintos: o referencial do observador no solo e o referencial onde a bomba está em repouso. O uso da expressão *“na verdade”* revela a pressuposição de que existe um referencial preferencial para definir o movimento de cada objeto. No decorrer das entrevistas ficou claro também que os cinco alunos não tinham consciência sobre esse modelo e que ele foi explicitado pela própria entrevista. Quando foi perguntado a MG se existia alguma razão para a bomba perder o movimento do avião, a resposta obtida foi *“Não sei, deve ter, eu não sei te explicar”*. Esses achados indicam a inexistência de uma reflexão meta cognitiva sobre o próprio conjunto de conceitos utilizados para descrever o problema. De acordo com o que salientou Vigotski *“A análise da realidade fundada em conceitos surge bem antes que a análise dos próprios conceitos”* (Vigotski, 2009, p. 229). O aluno MP afirma que os dois observadores veriam o movimento em linha reta e justifica, no item 2, de forma similar a MG. Os últimos dois entrevistados, SV e M, apresentaram dificuldade em justificar suas respostas, afirmando que não conseguiam visualizar a situação. M usa gestos para tentar descrever os movimentos do avião e da bomba, mas não formula uma descrição verbal. Nesses dois casos, consideramos que os entrevistados não chegaram a uma elaboração mínima de conceitos que permitisse articular uma

descrição verbal da situação, mesmo que essa descrição, como no caso de MG, não esteja de acordo com a cinemática galileana.

4 CONCLUSÃO

A partir das entrevistas realizadas verificamos que os alunos estão em diferentes estágios de elaboração conceitual da cinemática e dinâmica do movimento. Vários elementos apontados por Vigotski que concorrem para o desenvolvimento dos conceitos científicos puderam ser utilizados para entender esses estágios. Dois alunos não conseguiram abstrair de situações contingentes de visualização física do problema para elaborar uma descrição abstrata e verbal dos problemas tratados. Seis alunos apresentaram um modelo mecânico alternativo passível de formulação verbal, mas não realizaram o processo meta cognitivo de reflexão sobre o modelo e sobre a sua inconsistência com a cinemática galileana e com as Leis de Newton. Para esses oito entrevistados, o processo meta cognitivo foi incentivado pela própria entrevista. Além disso, esses alunos apresentaram dificuldade de usar de forma arbitrária, voluntária e não contingente, os conceitos newtonianos para descrever o problema em tela. Dois alunos conseguiram articular os conceitos cinemáticos galileanos para descrever o problema. Concluimos ainda que não é possível uma articulação dos conceitos cinemáticos, ou seja, sobre a descrição do movimento, sem referência a um modelo dinâmico, onde se explique as causas do movimento. Esse resultado corrobora a afirmação de que o significado dos conceitos se estabelece em redes, de tal forma que os conceitos cinemáticos só adquirem seus significados completos quando articulados com os conceitos dinâmicos, o que não é levado em conta na elaboração dos programas das disciplinas introdutórias de Física. Os resultados desse trabalho, mesmo que preliminares, permitem concluir que se faz necessário introduzir novas práticas pedagógicas que promovam a atitude meta cognitiva, a articulação ampla de conceitos cinemáticos e dinâmicos e o uso arbitrário e não contingente desses conceitos para descrever problemas físicos nas disciplinas introdutórias do curso de Licenciatura em Física da UFPel.

5 REFERÊNCIAS

BAQUERO, Ricardo. **Vygotsky e a Aprendizagem Escolar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

NEWTON, Isaac. **Princípios Matemáticos da Filosofia Natural**. São Paulo: Edusp, 2002

OLIVEIRA, Marcos Barbosa de; OLIVEIRA, Marta Kohl de. **Investigações Cognitivas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

VIGOTSKI, Lev. Semenovich. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.