

UMA ANÁLISE DO ENTENDIMENTO DOS CONCEITOS DE CINEMÁTICA GALILEANA POR ALUNOS DA DISCIPLINA FÍSICA GERAL I NO REFERENCIAL DA TEORIA SÓCIO-HISTÓRICA DE VYGOTSKY

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

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

1 INTRODUÇÃO

Buscando enfrentar o alto índice de reprovação apresentado pelos alunos das disciplinas iniciais do curso de licenciatura em Física, da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), iniciamos uma pesquisa que pretende analisar o processo de construção de conceitos científicos referentes à cinemática Galileana e às Leis de Newton por alunos do primeiro ano do curso. Investigamos os obstáculos à construção desses conceitos com o objetivo de propor práticas pedagógicas que contribuam para a sua superação. Neste trabalho, vamos apresentar resultados obtidos na consecução da primeira parte da pesquisa, qual seja, a investigação sobre as concepções cinemáticas dos alunos, buscando explicitar tanto o conteúdo quanto a forma de utilização desses conceitos para descrever problemas cinemáticos que abordam a composição de movimentos. Nossos resultados são interpretados a partir do paradigma da teoria sócio-histórica de Vygotsky (2009) na qual a aprendizagem dos conceitos científicos é descrita como parte de um processo amplo e complexo de desenvolvimento do sujeito. A teoria sócio-histórica estabelece a diferenciação entre os conceitos científicos e os conceitos espontâneos. Os conceitos espontâneos são desenvolvidos na experiência diária, associadas por Vygotsky a situações fora do contexto da escolarização formal. Esses conceitos são ligados diretamente aos objetos, ao mundo empírico. Os seus significados estão vinculados à experiência imediata e possuem um grau baixo de generalização. São limitados em sua capacidade de abstração e sua organização parte dos conteúdos empíricos para níveis mais abstratos. Os conceitos científicos, por sua vez, têm origem em um processo diferenciado e, de certa forma, artificial de construção. O sujeito é apresentado ao conceito através de uma exposição verbal que relaciona esse conceito abstrato com outros igualmente abstratos. Seus significados não são dados pela experiência, mas são constituídos dentro de uma rede de relações com outros conceitos com os quais estabelecem interconexões de generalidade e hierarquia. O conceito científico sempre se estabelece dentro de um sistema, ou seja, todo o conceito pode ser determinado por um número indefinido de afirmações que o relacionam com outros conceitos do mesmo sistema. Sua elaboração e seu uso ocorrem de forma consciente e voluntária e a aprendizagem significativa se realiza quando o conceito pode ser utilizado como instrumento cognitivo para o entendimento de novos problemas físicos (SFORNI, 2004).

Este trabalho investiga a situação de elaboração da rede de conceitos cinemáticos, assim como a capacidade de uso consciente e voluntário desses conceitos, pelos alunos.

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Realizamos um teste com duas questões que foram respondidas, de forma qualitativa, para investigar as concepções cinemáticas de 10 alunos da disciplina de Física Geral I. No presente trabalho, analisamos a segunda questão. A questão era a seguinte: "Considere o canal São Gonçalo e dois pescadores A e B. O pescador A está parado na margem do canal e observa um pequeno bote que se desloca acompanhando exatamente o movimento da correnteza, onde está o pescador B. Um peixe salta acima da água entre A e B. Como é o movimento do peixe segundo o pescador A e segundo o pescador B? A velocidade do peixe logo após sair da água é maior para o pescador A, maior para o pescador B, ou é igual para ambos?" A seguir, os alunos participaram de uma entrevista semiestruturada individual em que buscamos compreender o nível de articulação dos conceitos cinemáticos e o uso consciente e voluntário desses conceitos como instrumento cognitivo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na cinemática galileana (NEWTON, 2002), o movimento do peixe é descrito a partir de uma composição dos movimentos horizontal e vertical. Após o peixe saltar acima da água, ele continua com a mesma velocidade horizontal da correnteza, possui velocidade vertical originária do salto e é acelerado para baixo devido à aceleração da gravidade. Para o pescador A, parado na margem, a velocidade horizontal é a mesma da correnteza e a composição dos movimentos resultará em uma trajetória parabólica para o peixe. Para o pescador B, que está acompanhando o movimento da correnteza, a velocidade horizontal é nula e o peixe descreve uma trajetória vertical de subida e descida. No contexto, a distância percorrida pelo peixe no referencial onde A está em repouso é maior que a percorrida pelo peixe no referencial onde B está em repouso. Como o tempo do pulo deve ser o mesmo para os dois observadores, a velocidade para A será maior. Por outro lado, a articulação conceitual da regra de adição vetorial de velocidades leva aos mesmos resultados. Dos dez alunos entrevistados, sete apresentaram uma descrição inversa da situação, mas valendo-se de argumentos dinâmicos. Afirmaram que o pescador A veria uma trajetória vertical e o pescador B uma trajetória curvilínea ou diagonal. Nesses casos, as entrevistas foram encaminhadas para que o aluno justificasse porque o pescador A percebe uma trajetória retilínea, não levando em conta a adição de velocidades. Por exemplo, quando perguntado se a correnteza tinha influência sobre o movimento do peixe fora d'água, DP afirma: "...Não, porque depois que ele sai da água ele não tá mais na correnteza, né?". Essa fala contém uma pressuposição sobre dinâmica, qual seja, que o peixe, inicialmente, possui a mesma velocidade da correnteza, mas, ao pular, deixa de fazer parte do conjunto peixe-rio e, por isso, perde a velocidade desse conjunto. Note que, nessa descrição, não são necessárias forças para modificar a velocidade do peixe. O fato dele não estar mais dentro do rio é suficiente para que ocorra a variação de velocidade. Nas entrevistas, os alunos identificam a representação que utilizaram, mas não sabem justificar seu uso, evidenciando um pensamento não consciente. Retomando o exemplo do diálogo com DP, quando questionado sobre o papel da correnteza, o aluno justifica sua resposta utilizando o modelo mecânico em que o peixe, ao sair da água, não compartilha mais o movimento da correnteza. Em princípio, poderíamos considerar que esse aluno e os outros seis, que apresentaram respostas semelhantes a dele, elaboraram um modelo mecânico com algum nível de sistematização, mesmo que errado. No entanto, isso é contradito pela afirmação, apresentada pelos sete alunos, de que a velocidade do peixe, ao sair da água, é a

mesma para os dois observadores. Isso significa que os alunos não se valem da adição de velocidades para interpretar a situação física e que não têm o conceito de velocidade construído. Observamos, nas entrevistas, que os alunos não percebem a contradição ao responderem que, para os dois observadores, a velocidade do peixe é a mesma. Esse resultado pode ser interpretado a partir da ideia de que os estudantes se valem de uma noção de referencial absoluto e apresentam uma incapacidade de detectar contradições, pela falta de um pensamento sistêmico. Ao ser questionado sobre o porquê de ter afirmado que as velocidades eram iguais, DP responde: “Não sei te explicar. Porque ela é a mesma? Não sei!” A afirmação indica a inexistência de uma tomada de consciência sobre o próprio conjunto de conceitos utilizados para descrever o problema. De acordo com o que salientou Vygotsky (2009, p. 229), “[a] análise da realidade fundada em conceitos surge bem antes que a análise dos próprios conceitos”. No decorrer das entrevistas, ficou claro também que os sete alunos não tinham consciência sobre o modelo dinâmico utilizado e que este foi elaborado durante a entrevista como forma para justificar as respostas dadas ao teste. Dos demais alunos, dois responderam de acordo com a cinemática galileana. O aluno MG afirmou: “[o] peixe... ele vai saltar verticalmente e o pescador A não acompanha o movimento da correnteza. Mas o peixe, apesar dele saltar verticalmente, ele está vindo com uma velocidade que é a velocidade da correnteza. Então, horizontalmente, ele está se deslocando também, mesmo que ele salte pra cima, né? Mesmo que ele salte na vertical... Então, para o pescador que está na margem, ele vai descrever uma parábola. O pescador B... na horizontal... ele tá se movendo junto com o peixe. Então, pra ele, o peixe só vai subir e descer, descrevendo uma linha vertical.” Esta fala pode levar à interpretação de que o aluno construiu o conceito de velocidade, pois articula os conceitos cinemáticos, valendo-se da composição de movimentos, e faz uso voluntário e descontextualizado dos conceitos. Porém, ao acompanharmos o diálogo abaixo, fica evidente a limitação na construção desse conceito. O aluno afirma: “[n]o caso B, parece que ele só sobe e desce. Então, aparentemente, essa distância do A vai ser maior do que pra B, mas, na verdade, como eles estão com o mesmo tempo para ele percorrer uma distância maior em um mesmo tempo vai ter que ter uma velocidade maior”. Entretanto, ao ser perguntado: “[m]as ele não tem [uma velocidade diferente]?” A resposta foi: “[n]ão ele não tem, pelo menos a impressão que eu tenho é que a velocidade dele é a mesma.” Nesse trecho da entrevista o aluno não é capaz de perceber a contradição entre o modelo dinâmico por ele apresentado e sua justificativa para composição de velocidades. Mesmo para esse aluno, o conceito de velocidade ainda não está completo. Terceiro aluno, ML, apresentou dificuldade em justificar suas respostas, afirmando que não conseguiu visualizar a situação. ML usa gestos para tentar descrever os movimentos. No caso, consideramos que o entrevistado não chegou a uma elaboração mínima que permitisse articular uma descrição verbal da situação.

4 CONCLUSÃO

A partir da interpretação dos resultados das entrevistas realizadas, verificamos que os alunos estão em diferentes estágios de elaboração conceitual da cinemática e dinâmica do movimento. Vários elementos apontados por Vygotsky (2009) que concorrem para o desenvolvimento dos conceitos científicos puderam ser utilizados para entender esses estágios. Um aluno não conseguiu abstrair as situações contingentes de visualização física do problema para elaborar uma descrição abstrata e verbal dos problemas tratados. Sete alunos apresentaram

respostas que, em princípio, poderiam ser interpretadas como resultantes de um modelo mecânico alternativo passível de formulação verbal. No entanto, a inconsistência lógica entre as respostas de um mesmo entrevistado mostra que a formulação dessas não foram produto da articulação de uma rede de conceitos consistentes. Além disso, não realizaram o processo de tomada de consciência e também apresentaram dificuldade de usar, de forma voluntária e não contingente, os conceitos newtonianos para descrever o problema. Para esses alunos, o processo de conscientização foi incentivado pela própria entrevista.

Apenas dois dos alunos conseguiram descrever a composição de movimentos e determinaram a trajetória do peixe de acordo com a cinemática galileana. Mesmo assim, não foram capazes de utilizar corretamente a adição de velocidades. Concluímos, então, que todos os alunos conhecem a definição de velocidade, mas não conseguem utilizá-la de forma consciente e voluntária como instrumento cognitivo para o entendimento da situação física. Em outras palavras, os alunos possuem a definição, mas não o conceito de velocidade. Esse resultado corrobora a afirmação de que o significado dos conceitos se estabelece em redes, de tal forma que o conceito de velocidade só pode ser desenvolvido junto com outros conceitos como referencial, aceleração e as propriedades de adição vetorial das velocidades. Além disso, 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 deste trabalho apontam para a necessidade de articulação ampla entre os conceitos cinemáticos e dinâmicos e o uso arbitrário e não contingente desses conceitos para descrever problemas físicos tratados nas disciplinas introdutórias do curso de Licenciatura em Física da UFPel, requerendo assim novas práticas pedagógicas no âmbito da graduação.

. 5 REFERÊNCIAS

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.

SFORNI, Marta Sueli De Faria. **Aprendizagem Conceitual E Organização Do Ensino**: contribuições da Teoria da Atividade. Araraquara: JM editora, 2004.

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