

O ensino das leis de Newton a partir das concepções prévias dos alunos e de mapas conceituais

*Jonas Cegelka da Silva*¹

*Sandra Elisabet Bazana Nonenmacher*²

RESUMO

O ensino da física ocorre, muitas vezes, de forma desarticulada da realidade vivida pelos alunos. Além disso, o conhecimento prévio dos mesmos é desconsiderado nas práticas pedagógicas. Nesse sentido, o trabalho em tela foi estruturado tendo as ideias prévias dos alunos como ponto de partida no estudo das leis de Newton, no primeiro ano do ensino médio. Buscando indícios de que a aprendizagem ocorreu de forma significativa, suas concepções prévias foram comparadas com o mapa conceitual que os mesmos elaboraram ao final da instrução. Disso, foi possível perceber a evolução conceitual dos mesmos, embora, ainda, outras ferramentas sejam importantes e necessárias para verificar indícios da aprendizagem dos conceitos desenvolvidos.

PALAVRAS-CHAVE: Conhecimento Prévio. Aprendizagem Significativa. Mapas Conceituais.

The teaching of Newton's laws starting from the previous conceptions of the students and the conceptual maps.

ABSTRACT

The physics teaching occur, a lot of times, in a disconnected way of the reality the students. Besides, their previous knowledge is disrespected in

¹Mestre em Física pela Universidade Federal de Sergipe. Doutorando no PPG em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Professor de Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, *campus* Santa Rosa, RS, Brasil. E-mail: jonas.silva@iffarroupilha.edu.br

² Doutora em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora de Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, *campus* Panambi, RS, Brasil. E-mail: sandra.nonenmacher@iffarroupilha.edu.br

the pedagogic practices. In that sense, this work was structured from on the students' previous ideas as starting point in the study of Newton's laws, in the first year of the secondary education. Looking for sign the meaningful learning, their previous conceptions were compared with the conceptual map that the same ones elaborated at the end of the instruction. Of that, it was possible to notice the conceptual evolution of the students, although, still, other tools are important and necessary to verify sign of the learning of the developed concepts.

KEYWORDS: Prior Knowledge. Meaningful Learning. Concept Maps.

* * *

Introdução

O ensino de ciências e o da física, em particular, ocorre de forma fragmentada e descontextualizada, tornando-se vazio de significado para os alunos. A escola, muitas vezes, não promove o acesso ao conhecimento científico, enquanto que, conforme apontam Teixeira & Freitas (2012), este é fundamental para que os sujeitos possam lidar com problemas sociais, tomando consciência de seu papel enquanto agentes de transformação da sociedade na qual estão inseridos.

Refletir sobre a prática pedagógica implica modificar a realidade da apresentação de conceitos descontextualizados e da rápida evolução conceitual do senso comum ao conhecimento científico, as quais acabam, muitas vezes, comprometendo a aprendizagem, uma vez que o sujeito “não esquece ou simplesmente substitui seus conceitos intuitivos e, por diversas vezes, mesmo tendo sido trabalhados os conceitos científicos, recorre a eles para resolver suas situações-problema nas aulas de física e no seu cotidiano fora da sala de aula” (FACCHINELLO & MOREIRA, 2008, p. 8).

Sobre o conteúdo de dinâmica, os conhecimentos prévios dos alunos, conforme destaca Baccon (2010), remetem a uma relação diretamente proporcional entre força (F) e velocidade (v), sendo que (i) se $v = 0$, então $F = 0$; e (ii) se $v \neq 0$, então $F \neq 0$. Essas concepções, muitas vezes, são

efetivadas e ratificadas a partir de situações que os alunos verificam cotidianamente e reportados por Pozo & Crespo (2009), tais como: (i) se um corpo está parado é porque não existe força atuando sobre ele; (ii) para existir um movimento constante é necessária a aplicação de uma força também constante; (iii) a força é uma propriedade dos corpos e; (iv) a “força de um objeto” remete a fatores externos ao próprio corpo.

Nesse sentido, a proposição deste trabalho surgiu da experiência profissional, na qual os conhecimentos prévios dos alunos constituem elemento basilar no processo de construção do conhecimento científico, à luz da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Esses conhecimentos são aflorados por meio de questionamentos e pequenas pesquisas para, a partir deles, construir roteiros didáticos que permitam identificar indícios de aprendizagem significativa das leis de Newton. Assim, ao longo do texto, será explorada a evolução dos alunos, em um comparativo entre suas concepções prévias e suas relações expressas em mapas conceituais.

Referencial teórico

A teoria da aprendizagem significativa proposta por Ausubel é caracterizada como “um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo” (MOREIRA, 1999, p. 153). O resultado da interação que ocorre entre a nova informação a ser aprendida e a estrutura cognitiva existente é uma assimilação de antigos e novos significados que contribui para a diferenciação dessa estrutura.

Ausubel (2003) defende que para ocorrer aprendizagem significativa duas condições devem ser satisfeitas: (i) o material a ser ensinado deve ser potencialmente significativo e; (ii) o aluno deve estar predisposto a aprender. O material ser potencialmente significativo quer dizer que deve estar relacionado de forma não arbitrária e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante, por isso a importância de

enriquecer e diferenciar os conceitos científicos a partir daqueles que o aluno já possui.

Relacionando ao processo de ensino-aprendizagem, Ausubel defende que a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos é aquilo que o aluno já sabe – os subsunçores existentes na sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2012). Pensando o conteúdo da dinâmica no ensino médio, enquanto construção significativa de significados atribuídos a conceitos, se tem um exemplo de aprendizagem subordinante quando o aluno entende velocidade como a razão entre a distância e o tempo e, a partir desses conceitos, relaciona-os e compreende o conceito de aceleração, **por exemplo**.

Como explicitado, as ideias prévias dos alunos constituem aspecto importante de investigação, pois, além de darem ao professor subsídios para o desenvolvimento das ações que abordam determinado conceito físico, proporcionam ao aluno a explicitação e defesa de seus pontos de vista referentes aos fenômenos envolvidos no seu cotidiano, ou seja, conforme destacam Carvalho & Sasseron (2015), no caminhar entre as ideias prévias e o conhecimento científico, é preciso que os alunos percebam o sentido das teorias físicas e as compreendam como uma forma de representação dos fenômenos que ocorrem à sua volta.

Nesse sentido, é importante o professor estimular o aluno a ativar sua estrutura cognitiva para novas aprendizagens, agindo como um mediador, sendo que o ato de mediação ajuda o aluno a tornar-se um sujeito mais independente e seguro no processo de construção do seu conhecimento. Isso significa que o professor mediador deve prover ações coordenadas, objetivando o engajamento dos estudantes nas tarefas, de maneira mais ativa e com liberdade para expressar suas ideias (SOLINO et al, 2015).

Nessas ações de mediação, é importante que o professor utilize estratégias de ensino e avaliação, conforme apontam NOVAK & CAÑAS (2010), que enfatizem a relação entre o novo conhecimento a ser aprendido e

aqueles já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, de modo que isso favorece a construção da aprendizagem significativa.

Uma ferramenta que possibilita a verificação de que a aprendizagem ocorreu de forma significativa é o mapa conceitual, que permite identificar a organização conceitual que o aluno atribui ao conhecimento aprendido (MOREIRA, 2016). Esse instrumento é eficaz para facilitar a aprendizagem significativa porque serve “como uma espécie de molde ou suporte para ajudar a organizar e estruturar o conhecimento, ainda que a estrutura precise ser construída peça por peça com pequenas unidades de quadros conceituais e proposicionais interagentes” (NOVAK & CAÑAS, 2010, p. 13).

Pela elaboração de um mapa conceitual é possível verificar como o aluno integra conceitos e proposições na sua estrutura cognitiva, de modo que duas características básicas devem ser analisadas: a estrutura hierárquica e a inclusão de ligações cruzadas, as quais relacionam conceitos de domínios de conhecimento diferentes (NOVAK & CAÑAS, 2010).

Cabe salientar, contudo, que um mapa conceitual pode ser feito de diversas formas, conforme a compreensão das relações entre os conceitos vai sendo enriquecida, o que significa que nunca estará finalizado (NOVAK, 2000; NOVAK & CAÑAS, 2010). As ligações entre os conceitos são importantes, segundo Novak & Gowin (1995) porque grande parte dos significados que são internalizados para os conceitos ocorrem por meio da composição de proposições nas quais está incluso o conceito a ser aprendido.

Uma vez que a “aprendizagem significativa implica, necessariamente, atribuição de significados idiossincráticos, mapas conceituais, traçados por professores e alunos, refletirão tais significados” (MOREIRA, 2016, p. 9), o que significa que não existe mapa conceitual certo ou errado, já que ele representa a organização do conhecimento para o sujeito que o fez. No entanto, é possível que professor e aluno discutam a validade das proposições que unem os conceitos e também, que reconheçam a falta de ligações, podendo sugerir a necessidade de uma nova proposição válida entre conceitos (NOVAK & GOWIN, 1995). E é nessa construção coletiva que a

estrutura cognitiva do sujeito fica mais rica e diferenciada, facilitando a ocorrência de aprendizagem significativa.

Assumindo esses recortes teóricos, a seguir apresenta-se a metodologia do trabalho desenvolvido.

Metodologia

A presente investigação é fruto de uma ação didática que objetivou obter indícios de aprendizagem significativa das leis de Newton do movimento. Foi desenvolvida em uma turma de vinte e oito alunos do primeiro ano do ensino médio, de uma instituição pública do município de Santa Rosa/RS, no segundo semestre do ano de dois mil e quinze.

A primeira etapa do estudo compreendeu a ativação da estrutura cognitiva dos alunos por meio da exploração de seus conhecimentos prévios, a partir de questionamentos cotidianos que envolvem desde o empurrar um objeto até a movimentação dentro de um carro quando este faz uma curva. Alguns desses questionamentos são os seguintes: (i) quais as condições para afirmar que um corpo está em repouso ou movimento? (ii) para modificar a estante da sala de lugar, primeiramente vocês retiram os objetos que estão sobre ela a fim de reduzir seu esforço físico. Qual a relação entre massa e força? (iii) a força com que vocês chutam uma bola é a mesma que a bola exerce sobre o pé vocês? (iv) para manter um corpo em movimento é preciso a ação contínua de uma força?

Para responderem a esses questionamentos, os alunos dividiram-se em cinco grupos (**GA**, **GB**, **GC**, **GD**, **GE**). Essas atividades em grupo buscavam favorecer a troca de saberes entre os alunos, para que chegassem, por meio do debate, a um entendimento comum acerca das questões.

Baseando-se nas discussões realizadas nos grupos, foi elaborada uma síntese que abordava, de forma introdutória, os tópicos relacionados às leis de Newton. Considera-se que esta síntese constitui-se em um material potencialmente significativo, pois foi construída, em um nível mais alto de

generalização e inclusividade, a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, de modo a permitir que estes enriqueçam e diferenciem sua estrutura cognitiva.

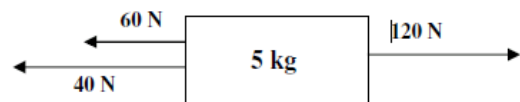
Depois dos debates sobre este material, ainda nos grupos, os alunos responderam algumas questões introdutórias sobre o conteúdo, como forma de significar de forma inicial as discussões realizadas. Essas questões, depois de debatidas nos grupos, foram sistematizadas com toda turma e, conforme as dúvidas e/ou incoerências surgiam, os conceitos eram diferenciados em termos de detalhe e especificidade, de modo a permitir que os alunos, aos poucos, se apropriassem dos conceitos. As questões apresentadas aos alunos são:

Primeira questão: analisem as seguintes afirmações e avaliem se são verdadeiras ou falsas: (a) um jogador de futebol, ao chutar uma bola, exerce uma força de ação maior que a força de reação exercida pela bola sobre o atleta, por isso somente a bola adquire movimento. (b) A força de ação exercida pelo atleta sobre a bola e a força de reação exercida pela bola sobre o atleta são de mesma intensidade e por isso se anulam.

Segunda questão: um corpo está sendo acelerado por uma determinada força. Num instante posterior, a força que age no corpo é reduzida à metade. A aceleração do objeto aumentou ou diminuiu? Quantas vezes? Justifiquem.

Terceira questão: se uma força resultante horizontal de 132N é aplicada a uma pessoa com massa de 60kg em repouso na beira de uma piscina, qual é a aceleração produzida? (YOUNG & FREEDMAND, 2008, p. 130).

Quarta questão³: a figura representa um corpo que está submetido à ação de várias forças. Desconsiderando o atrito entre o corpo e a superfície, determine a aceleração do corpo e o sentido no qual o corpo desliza.



³ Questão retirada de <https://brainly.com.br/tarefa/874993>

Após a sistematização dessas questões, os alunos tiveram algumas situações-problema para resolver, seja de forma individual, seja coletivamente. Essas situações foram encaminhadas na forma de pesquisa, o que significa que as proposições para resolução partiam dos próprios alunos e, se fosse necessário, a mediação do professor era feita no sentido de direcionar para alguns aspectos importantes que deveriam ser levados em consideração.

Depois dessas etapas, os alunos construíram um mapa conceitual, de forma individual, de modo a representarem as relações existentes entre as leis de Newton e os conteúdos da cinemática, anteriormente estudados. Juntamente com os mapas, os alunos entregaram um texto explicativo, uma vez que as relações são idiossincráticas e o mapa não é autoexplicativo.

A seleção dos conceitos e as relações entre eles foram propostas pelos alunos, a partir daquilo que significavam dos conteúdos estudados. Porém, conforme os mapas iam sendo construídos, o professor instigava os alunos sobre proposições importantes entre os conceitos. Isso ocorreu não como forma de direcionar quais conceitos e/ou relações deveria aparecer no mapa, mas sim de possibilitar caminhos de recursividade, levando “os alunos a estabelecerem relações entre os novos conteúdos e seus conhecimentos prévios, criando maiores possibilidades de interconexões conceituais” (RUIZ-MORENO, 2007, p. 460).

Uma vez que a prática profissional valoriza a bagagem conceitual dos alunos, bem como os motiva a aprender de forma significativa, tendo a pesquisa e o ensino-dirigido como eixos centrais, no final do ano os alunos foram questionados sobre a metodologia adotada, apontando sugestões e fazendo críticas construtivas sobre a atividade pedagógica por eles vivenciada.

A seguir apresenta-se a análise referente às concepções prévias dos alunos sobre as leis de Newton, aos mapas conceituais que expressam as relações construídas pelos alunos, de forma individual, entre a cinemática e a dinâmica, e também às avaliações da proposta feita pelos alunos. Salienta-

se que quando citados nomes dos sujeitos, estes são fictícios, para preservar a identidade dos mesmos.

Análise dos resultados

Ideias prévias: primeira lei de newton

As concepções iniciais dos alunos sobre a primeira lei de Newton incluem: (i) dos cinco grupos, quatro relacionam essa lei à tendência de os corpos permanecerem em repouso ou em movimento; no entanto, nenhum deles deu mais detalhes sobre o caso em que o corpo está em movimento; (ii) esses mesmos grupos argumentam que para modificar o estado inicial de um corpo é necessário que uma força atue sobre ele. Essa concepção pode ser percebida, por exemplo, no fragmento do grupo **GE**, que afirma que “*um corpo em repouso tende a permanecer em repouso e um corpo em movimento tende a permanecer em movimento até que uma força externa atue sobre ele*”; (iii) um grupo acredita que essa lei se aplica somente a corpos em repouso, os quais tendem a continuar nessa posição.

Das discussões, é possível perceber que os alunos relacionam a lei da inércia com o fato de ser preciso uma força externa resultante diferente de zero para modificar o estado inicial de um determinado corpo; porém, afirmam que isso não vale para todos os fenômenos, especialmente quando se leva em consideração as forças de atrito. Esses aspectos, contudo, podem resultar em confusões conceituais, fruto de experiências cotidianas, nas quais os alunos acreditam que “um corpo em repouso implica ausência de forças sobre ele, e um corpo com velocidade constante implica que sobre ele tem de agir uma força também constante” (POZO & CRESPO, 2009, p. 212).

Ideias prévias: segunda lei de Newton

As ideias prévias dos alunos sobre a segunda lei de Newton relacionam-se com a equação matemática que a define, de modo que: (i) três

grupos mostraram a relação matemática entre as grandezas força, aceleração e massa, mas somente o grupo **GB** deu mais detalhes sobre sua aplicabilidade, afirmando que “*quando aplicamos uma força igual em dois corpos de massas diferentes, elas não produzem aceleração igual. Força proporcional ao valor da aceleração de um corpo pela sua massa*”; (ii) três grupos também escreveram as unidades para cada grandeza, sendo a força medida em (N), a aceleração em (m/s^2) e a massa em (kg); (iii) dois grupos relacionaram essa lei de forma direta com a equação matemática para a força peso, como se representassem a mesma situação.

Embora somente um grupo (**GB**) desenvolva um raciocínio mais completo, isso pode ser reflexo da compreensão da segunda lei de Newton exigir o estabelecimento de relações entre as grandezas força e massa “reconhecendo que nem todos os corpos experimentam a mesma aceleração quando atua uma mesma força sobre eles. A aceleração dependerá da massa do corpo” (POZO & CRESPO, 2009, p. 220).

Além disso, é recorrente, embora não fora identificada explicitamente nas concepções prévias dos alunos, que existe uma interpretação do “movimento dos corpos no marco de uma teoria a que atribui uma relação diretamente proporcional à força e à velocidade” (ibid., p. 220), o que pode representar um obstáculo cognitivo para novas aprendizagens.

Das considerações apontadas, nota-se que vários alunos, apesar de conhecerem a expressão matemática para o princípio fundamental da dinâmica, não conseguem estabelecer e/ou explicitar claramente as relações entre as grandezas, o que, segundo Pozo & Crespo (2009), reflete as dificuldades existentes com os cálculos proporcionais. Também, sobre os grupos que escreveram que esta lei corresponde à força peso, pode ser em virtude de este tipo de força ser o mais abordado no ensino fundamental e comumente citado como exemplo para ilustrar a segunda lei de Newton.

Ideias prévias: terceira lei de Newton

Sobre as concepções iniciais dos alunos a respeito desta lei, (i) os cinco grupos relacionam uma força de reação sempre que há uma força de ação; (ii) todos os grupos afirmam que as forças de ação e reação apresentam a mesma intensidade; (iii) quatro grupos argumentam que essas forças têm sentidos opostos, tal como expressado pelo grupo **GE** “*toda ação resultará em uma reação de mesma intensidade mas no sentido oposto*”; (iv) um grupo defende que as forças de ação e reação, além de terem sentidos opostos, também apresentam diferentes direções.

Embora diversas concepções estejam corretas, cabe destacar que nenhum grupo compreende esse par de forças como atuantes em corpos diferentes, o que pode ser fruto de algumas simplificações linguísticas; também, alguns alunos demonstraram ter dificuldade em diferenciar direção e sentido; além disso, alguns têm a percepção, ainda que intuitiva, de que ação e reação se anulam, o que pode ser resultado da prática cotidiana, como por exemplo, quando um objeto é empurrado e não se move.

Essas dificuldades de entendimento correspondem ao fato de o

aluno, mesmo que reconheça a interação entre os corpos, não diferencia que ação e reação são forças aplicadas sobre corpos diferentes, senão que considera que ambas são aplicadas sobre um dos corpos. Isso o leva a interpretar, mais uma vez, que existe uma força privilegiada no sentido do movimento. Assim, a ação sobre o corpo que se move é sempre maior que a reação, ainda que, na verdade, sejam forças aplicadas sobre corpos diferentes (POZO & CRESPO, 2009, p. 215).

Como já dito, a explicitação dessas concepções iniciais por parte dos alunos é importante para direcionar os roteiros didáticos, facilitando a construção de uma aprendizagem significativa, na qual, de acordo com Pozo & Crespo (2009), a força seja interpretada como uma interação de corpos,

sendo esta interação mútua e simétrica; o movimento seja relacionado à ação de forças, as quais fazem o corpo parar (se aplicadas no sentido contrário ao movimento) ou que permitam que o corpo continue em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (quando são nulas ou estão equilibradas).

Seguindo essas concepções iniciais dos alunos para a sistematização do conteúdo das leis de Newton, os mapas conceituais construídos por eles ao final do estudo, apontam indícios de aprendizagem significativa e são analisados a seguir.

Mapas conceituais

No mapa conceitual os alunos deveriam explorar as relações existentes entre os conceitos da dinâmica e da cinemática estudados ao longo do ano letivo. Este mapa foi construído ao final do estudo sobre as leis de Newton, de modo que os alunos já haviam modificado suas estruturas cognitivas frente à explicitação de seus conhecimentos prévios até a sistematização de conceitos importantes.

Juntamente com o mapa, os alunos entregaram um texto para explicar como significam os conceitos e estabelecem as relações entre eles. No que tange a busca por indícios de aprendizagem significativa, “é muito mais importante que o aluno seja capaz de explicar, justificar, descrever, seu mapa conceitual do que “apresentar um mapa correto”” (MOREIRA, 2013, p. 35). Nesse sentido, sempre que solicitado, o professor instigava os alunos sobre as relações construídas, no sentido de provocar novos questionamentos. Entende-se que isso não exclui a essência do mapeamento conceitual pelo fato de ser uma tarefa recursiva, de modo que o mapa pode ser construído diversas vezes, sempre de forma a aperfeiçoá-lo.

Os mapas conceituais construídos foram classificados em três categorias: (i) superior; (ii) média e; (iii) inferior, dependendo do número de conceitos corretos e pertinentes, ordem de hierarquia, relações válidas e/ou

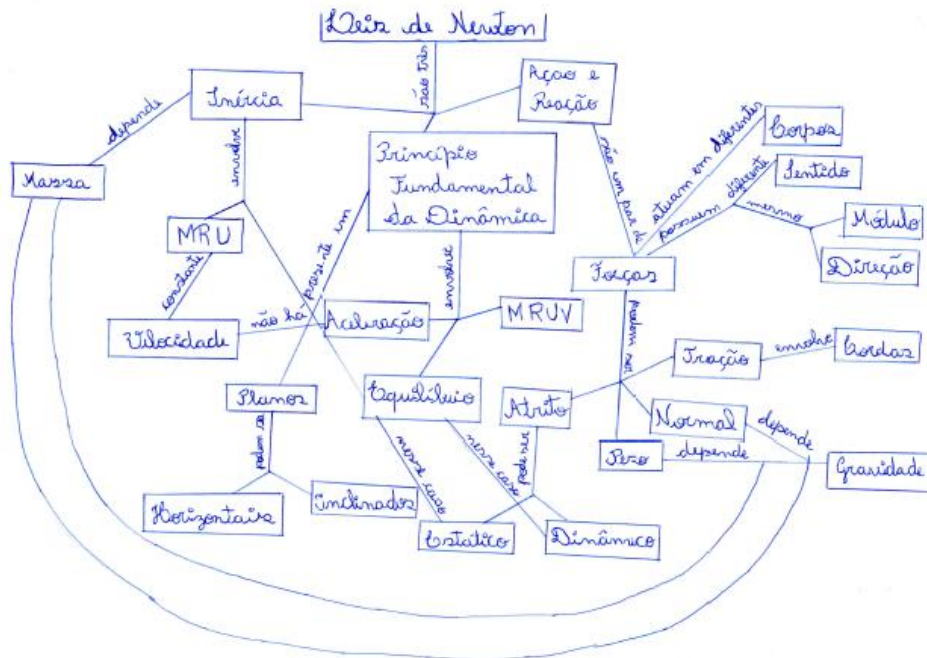
cruzadas e forma organizacional. Abaixo se apresentam os mapas feitos pelos alunos Gustavo, Fernando, João e Cátia, a fim de ilustrar tais categorias.

O mapa construído por Cátia, mostrado na Figura 1, insere-se na categoria superior. O mapa da aluna pertence à primeira categoria uma vez que apresenta diversos conceitos corretos e ligações pertinentes entre eles, além de algumas ligações cruzadas. É possível perceber também hierarquias conceituais, bem como ligações satisfatórias entre elas. Seu texto explicativo basicamente descreve as relações aparentes.

Além de expressar os diferentes tipos de força atuantes nos corpos (atrito, tração, normal e peso), explicita corretamente que a *“lei da inércia está associada ao equilíbrio estático entre os corpos e também envolve o MRU, onde os corpos têm velocidade constante e devido a isso não há aceleração, que é do MRUV”*. Essa explicação da aluna destaca uma diferenciação conceitual que dá conta de aplicar de forma correta cientificamente a primeira lei de Newton.

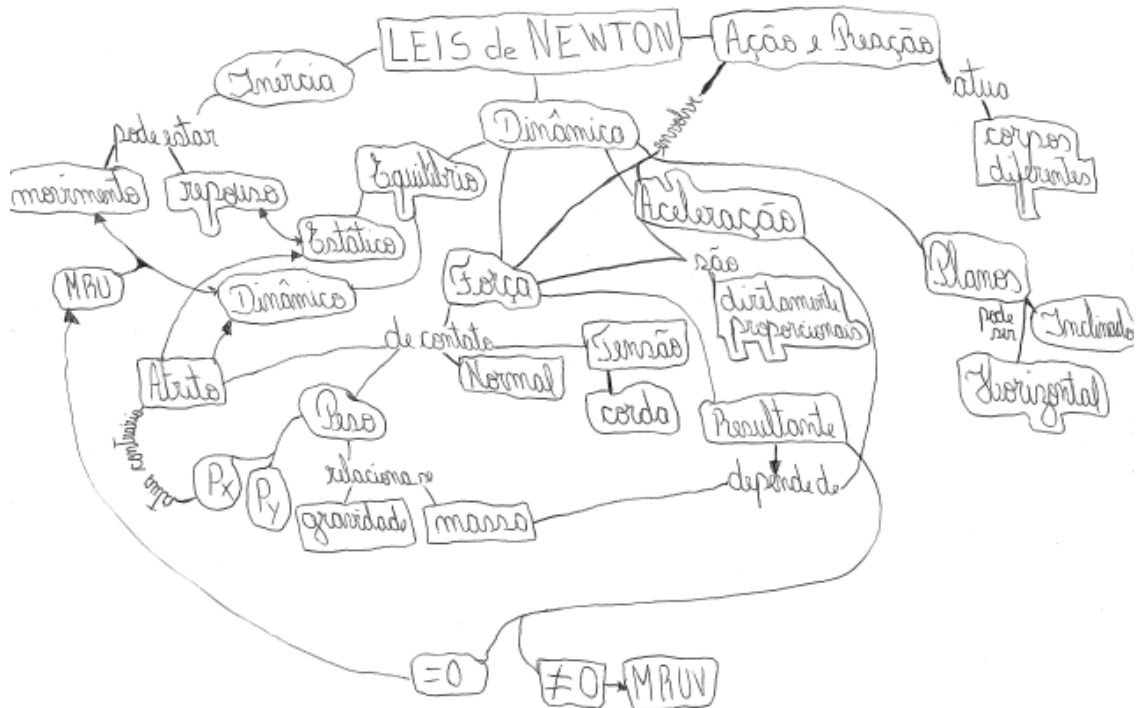
Outro mapa pertencente à primeira categoria é o construído por Gustavo e está mostrado na Figura 2. Analisando essa figura, percebe-se que o aluno elenca diversos conceitos válidos, embora utilize poucas palavras de ligação para indicar a relação entre eles. Porém, essas relações ficam claras no texto explicativo sobre o mapa. Assim como Cátia, Gustavo consegue expressar a relação da força resultante com os movimentos retilíneos uniforme e uniformemente variado, o que demonstra que percebe a complementariedade dos conceitos da dinâmica com os da cinemática. Também, destaca a relação de proporcionalidade entre *“força e aceleração quando a massa não muda”*.

FIGURA 1: Mapa conceitual construído por Cátia.



Fonte: Material produzido por Cátia.

FIGURA 2: Mapa conceitual construído por Gustavo.



Fonte: Material produzido por Gustavo.

O mapa conceitual produzido por Fernando (Figura 3) pertence à segunda categoria – intermediária. Observando a figura, nota-se que este aluno inicia sua representação trazendo um aspecto histórico do movimento, que “*Isaac Newton sistematizou conceitos dos filósofos Aristóteles e Galileu e formulou suas três leis*”, o que demonstra que o mesmo externaliza o fato de a ciência ser histórica e inacabada e atribui o importante papel da síntese sobre o conteúdo discutida com os alunos.

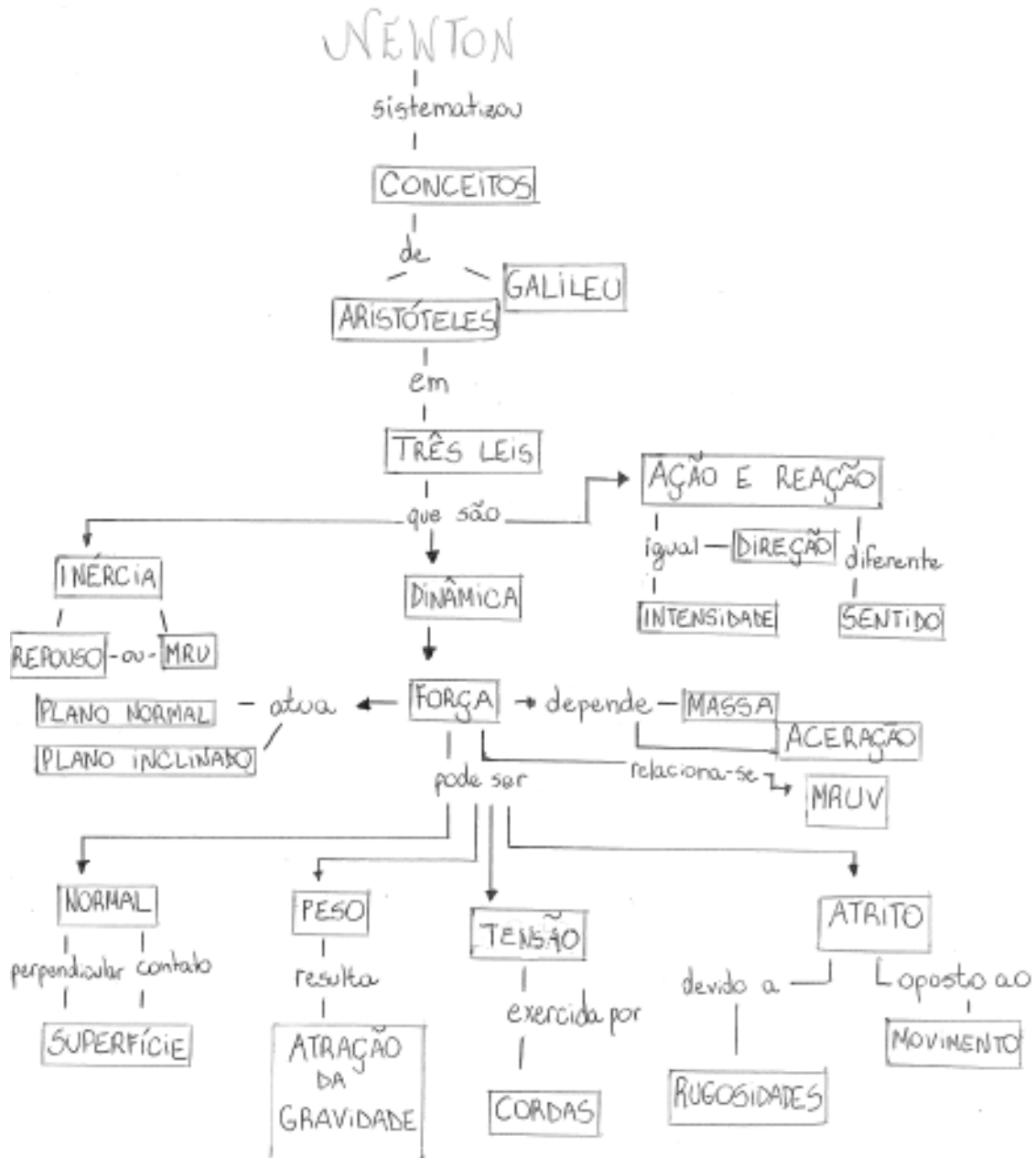
No mapa mostrado na Figura 3, algumas relações poderiam ser modificadas, como aquela que induz que “*força relaciona-se com MRUV*”. Essa ligação pode ter sido feita em função de o aluno acreditar que para um corpo em repouso ou em MRU não existe força atuando. Além desta, outra relação que poderia ser expressa de forma diferente é aquela que afirma que “*a força em um corpo depende da massa do corpo e da sua aceleração*”, uma vez que é a aceleração que tem seu valor dependente da massa do corpo e da força resultante aplicada sobre ele. Além disso, o mapa apresenta uma estrutura de organograma (embora seja possível identificar a hierarquia conceitual) e é pobre em ligações cruzadas. Essas ligações, para Novak & Gowin (1995), são importantes e devem ser estimuladas uma vez que podem favorecer a retenção e o uso posterior de conceitos, de modo a mostrar que os novos conceitos podem e/ou relacionam-se com os já aprendidos.

O mapa conceitual produzido por João (Figura 4) está inserido na terceira categoria – inferior. Em seu mapa, João exhibe uma estrutura de organograma, além de o mesmo não ser satisfatório nos conceitos apresentados, não apresentando uma estrutura hierárquica e nem relações com a cinemática. Também, existem conceitos e palavras de ligação misturadas, o que não demonstra um entendimento razoável acerca dos conteúdos estudados.

Percebe-se que o aluno não consegue relacionar os conceitos que estão em sua estrutura cognitiva, tal como apontado na relação que “*a inércia corresponde ao estado de movimento ou de repouso*”, o que não demonstra uma diferenciação conceitual pertinente. Além disso, a relação “*para ações*

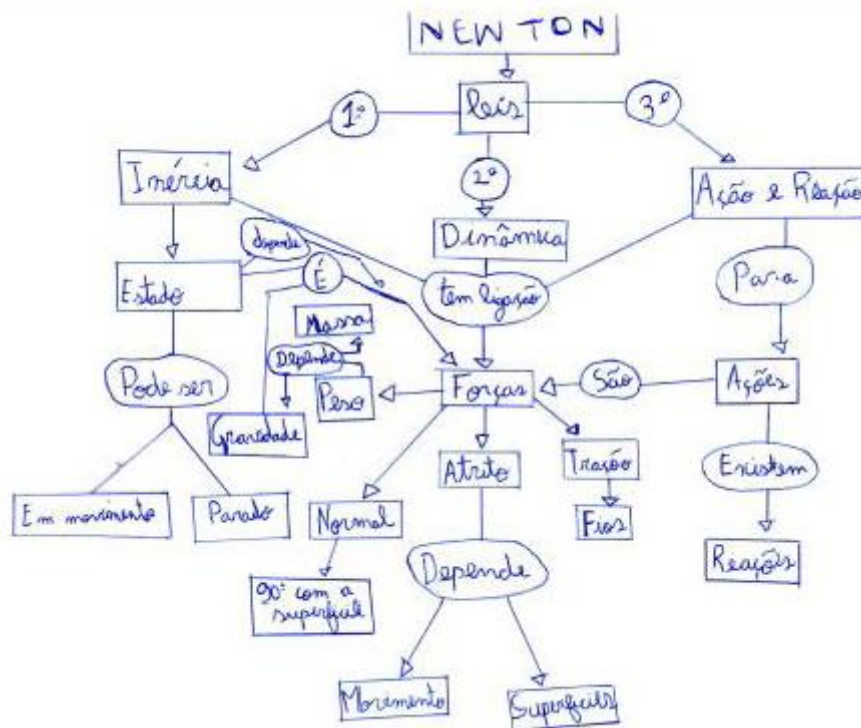
existem reações” é vazia de significado, uma vez que não expressa um entendimento avançado sobre a aplicabilidade dessa lei.

FIGURA 3: Mapa conceitual construído por Fernando.



Fonte: Material produzido por Fernando.

FIGURA 4: Mapa conceitual construído por João.



Fonte: Material produzido por João.

Das análises dos mapas conceituais, apenas oito alunos (~28%) se enquadraram na categoria inferior, em virtude de não terem explicitado conceitos válidos e/ou pertinentes e nem relações adequadas entre eles. Os demais alunos (~72%) construíram mapas das categorias superior ou intermediária, dando indícios de aquisição do conhecimento de forma significativa, em função de apresentarem conceitos mais ricos e diferenciados em relação às suas concepções prévias, além de relacionarem diversos conceitos dos dois blocos de conteúdos (cinemática e dinâmica), modificando satisfatoriamente suas estruturas cognitivas.

Avaliação das aulas

Findando o ano letivo, foi solicitado aos alunos que escrevessem pontos positivos e negativos acerca do desenvolvimento das aulas. O posicionamento dos mesmos foi favorável à metodologia utilizada. Alguns

dos apontamentos feitos são: (i) “*essa metodologia quebrou a sequência de anos anteriores, onde se chegava na sala para aprender tal assunto, lendo tal texto, sem maiores explicações. Dessa nova forma, o assunto é discutido não só com o professor, mas também entre os colegas*” (aluno anônimo); (ii) “*as aulas de física esse ano foram bem interessantes devido a metodologia utilizada, que faz com que os estudantes pensem sobre o que já aprenderam no ensino fundamental e troquem experiências com os colegas, antes de receber a explicação efetiva do conteúdo*” (aluno anônimo); (iii) “*basear as aulas nos conhecimentos que a gente já tem e em nossas dúvidas, faz com que as aulas sejam mais produtivas*” (aluno anônimo).

Essas considerações são importantes porque demonstram que os alunos são carentes de novas estratégias e metodologias de ensino; que a troca de saberes e experiências entre eles favorece a aprendizagem; que as discussões com o grupo são oportunidades de construção do conhecimento; que o reconhecimento daquilo que eles trazem de bagagem conceitual é uma fonte importante para a assimilação de novos significados.

Considerações

Ainda que não tenhamos um mapa inicial para comparar a evolução conceitual dos alunos, podemos, a partir deste, inferir que a maior parte deles (~72%) internalizou os conceitos das leis de Newton de forma significativa, uma vez que (i) apresentou posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis; (ii) desenvolvimento, elaboração e diferenciação de conceitos; (iii) incorporação de proposições e conceitos novos e; (iv) aquisição de novos significados (MOREIRA & MASINI, 1982).

Além disso, as aulas desencadearam uma participação ativa dos alunos no processo de construção do conhecimento, permitindo que houvesse a ancoragem dos novos conhecimentos às suas concepções prévias. Nesse sentido, o mapeamento conceitual ajuda o aluno a tornar evidentes os conceitos chave ou as proposições a aprender; aponta, ao professor que

caminhos seguir para organizar os significados e os negociar com os alunos; auxilia os alunos a entenderem o seu papel como aprendizes e; clarifica o papel do professor, criando um ambiente de aprendizagem de respeito mútuo (NOVAK & GOWIN, 1995).

Em função de o mapeamento conceitual ser um processo recursivo, que vai se aperfeiçoando conforme o sujeito assimila determinado domínio conceitual, entende-se que o mapa construído representa aquilo que os alunos conseguiram externalizar do conhecimento aprendido, em determinado momento, a partir de certa motivação para tal. Dessa forma, nem todas as relações entre conceitos apareceram ou apareceram de forma correta, uma vez que as concepções prévias não são extintas da estrutura cognitiva dos alunos. Sobre isso, “a principal causa desse fracasso em conseguir a substituição do conhecimento cotidiano pelo científico seja a própria ideia de que a mudança conceitual deve implicar um abandono do conhecimento cotidiano” (POZO & CRESPO, 2009, p. 126).

A bagagem conceitual dos estudantes representa a forma como eles significam suas experiências diárias ou foi adquirida ao longo do ensino fundamental e, como traziam conhecimentos diferentes para serem confrontados, o debate foi enriquecido. O debate das questões nos grupos e a pesquisa de tópicos conceituais que não estavam claros para os alunos trouxe para a turma certa independência, haja vista que os alunos eram responsáveis por conduzir o estudo a partir daquilo que já sabiam, bem como de motivações referentes a certos fenômenos físicos de seus interesses.

Referências

AUSUBEL, David Paul. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. 1. ed. Editora Plátano: Portugal, 2003.

BACCON, Lucilene. *Força como interação: uma proposta de ensino fundamentada na teoria da aprendizagem significativa*. 2010. 116f. Dissertação (Mestrado em

Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa; SASSERON, Lúcia Helena. *Ensino de física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino investigativas*. Ensino Em Re-Vista, v.22, n.2, p. 249-266, 2015.

FACCHINELLO, Carla Simone; MOREIRA, Marco Antônio. *Uma alternativa para o ensino da dinâmica no ensino médio a partir da resolução qualitativa de problemas*. Textos de apoio ao professor de física. Porto Alegre: UFRGS, 2008, v.19, nº6.

MOREIRA, Marco Antonio. *¿Al final, qué es aprendizaje significativo?* Revista Currículum, vol. 25, 2012, p. 29-56.

MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem significativa em mapas conceituais*. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira_.pdf>. Acesso em 08 de janeiro de 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. *Mapas conceituais, diagramas V, organizadores prévios, negociação de significados e unidades de ensino potencialmente significativas*. Subsídios didáticos para o professor pesquisador em ensino de ciências. Porto Alegre, 2016. Disponível em <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios3.pdf>>. Acesso em 06 de janeiro de 2017.

MOREIRA, Marco Antonio. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio. MASINI, [Elcie Aparecida Fortes Salzano](#). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

NOVAK, Joseph Donald. *Aprender, criar e utilizar o conhecimento*. Lisboa: Plátano, 2000.

NOVAK, Joseph Donald. *Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Journal of e-Learning and Knowledge Society, v. 6, n. 3, 2010, p. 21 – 30.

NOVAK, Joseph Donald; CAÑAS, Alberto J. *A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los*. Práxis Educativa, v.5, n.1, p. 9-29, 2010.

NOVAK, Joseph Donald; GOWIN, D. Bob. *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano, 1995.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RUIZ-MORENO, Lidia et al. *Mapa Conceitual: ensaiando critérios de análise*. Ciência & Educação, Bauru, v. 13, n. 3, p. 453-463, 2007.

SOLINO, Ana Paula; FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. *Ensino por investigação como abordagem didática*: desenvolvimento de práticas científicas escolares. In: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – enfrentamentos do ensino de física na sociedade contemporânea. Uberlândia: UFU, 2015.

TEIXEIRA, Adla Betsaida Martins; FREITAS, Marcel de Almeida. Dez em ciência ou dez no popozão? Um necessariamente exclui o outro? In: MOURA, Maria Aparecida (Org.). *Educação científica e cidadania*: abordagens teóricas e metodológicas para a formação de pesquisadores juvenis. Belo Horizonte: UFMG, 2012.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. Física I: mecânica. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.

Recebido em janeiro de 2017.

Aprovado em janeiro de 2018.