



SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO: O ESTUDO DE CONCEITOS FÍSICOS PARA APRENDIZAGEM DA LEI DO MOVIMENTO

DIDACTIC SEQUENCE FOR HIGH SCHOOL STUDENTS: THE STUDY OF PHYSICAL CONCEPTS FOR LEARNING THE LAW OF MOVEMENT

DOI: [10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n3.p1683-1700.id903](https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n3.p1683-1700.id903)

Daniel de Jesus Melo dos Santos

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (UESB)

Professor no Colégio Estadual Pedro Calmon (CEPC)

danielmelo84@hotmail.com

Resumo: Este trabalho refere-se a uma sequência didática, baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. A sequência foi aplicada em turmas do ensino médio, no período noturno, em uma escola pública do município de Amargosa, na Bahia, dividida em três momentos (introdução de organizadores prévios, atividade principal e discussão). O objetivo deste trabalho foi de levantar discussões, por meio de uma sequência de ensino, para favorecer uma aprendizagem significativa acerca da primeira lei de Newton com a utilização de materiais manipuláveis. A questão central investigada nessa sequência didática concentrou-se no seguinte aspecto: é possível aprender sobre a primeira lei do movimento por meio da contextualização de conceitos físicos e através de uma abordagem com a utilização de material manipulável? A metodologia seguiu os parâmetros da abordagem qualitativa segundo Bogdan e Biklen (1994). Os resultados apresentados mostraram evidências de subsunçores para a compreensão da lei do movimento.

Palavras-chave: Ensino de Física. Inércia. Subsunçor. Ensino Médio. Aprendizagem Significativa.

Abstract: This work refers to a didactic sequence, based on David Ausubel's Theory of Meaningful Learning. The sequence was applied in high school classes, at night, in a public school in the municipality of Amargosa, in Bahia, divided into three moments (introduction of previous organizers, main activity and discussion). The objective of this work was to raise discussions, by means of a teaching sequence, to favor a meaningful learning about Newton's first law with the use of manipulable materials. The central question to be investigated in this didactic sequence focused on the following aspect: is it possible to learn about the first law of movement through the contextualization of physical concepts and through an approach using manipulable material? The methodology followed the parameters of the qualitative approach according to Bogdan and Biklen (1994). The results presented showed evidence of subsumers for the understanding of the law of movement.

Keywords: Physics Teaching. Inertia. Subsumers. High school. Meaningful learning.



1 INTRODUÇÃO

Destaca-se que o ensino de Física nas escolas tem se fundamentado exhaustivamente em aulas expositivas, tendo-se pouco espaço para metodologias que envolvam os estudantes, retratando as dificuldades na aprendizagem de conceitos físicos. De acordo com Pereira e Aguiar (2006), novas práticas pedagógicas são necessárias para que o quadro de desinteresse, gerado pela má qualidade de ensino, seja alterado. Portanto, ao notar as dificuldades dos estudantes na compreensão sobre a primeira lei de Newton, foram realizadas mudanças na estratégia de ensino, e utilizando materiais manipuláveis para facilitar a aprendizagem.

Frente a isso, buscou-se desenvolver pesquisas de intervenção pedagógica, realizadas através do Grupo de Pesquisa com Sequências Didáticas (SD), variadas de acordo com o aporte da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Neste trabalho, foram utilizados alguns aspectos essenciais desta teoria, necessários para analisar e discutir os dados apresentados aqui.

O objetivo foi de levantar discussões, por meio de uma sequência didática, para favorecer uma aprendizagem significativa acerca da primeira lei de Newton com a utilização de materiais manipuláveis. A questão central investigada nessa sequência didática foi sobre o ensino e aprendizagem da primeira lei do movimento de Newton, particularmente, devido à importância desse estudo na vida cotidiana dos alunos. Este trabalho traz o resultado de parte da pesquisa realizada, concentrando-se no seguinte aspecto: é possível aprender sobre a primeira lei do movimento por meio da contextualização de conceitos físicos e através de uma abordagem com a utilização de material manipulável?

Com a primeira lei pode-se considerar uma definição prática sobre a massa (inercial). O intuito é fazer com que os estudantes possam compreender que um corpo, ao continuar em movimento retilíneo e uniforme, estará regido pela lei do movimento. A partir daí os alunos poderão constatar através de uma aplicação prática, utilizando um corpo de prova e um dinamômetro, que ao aplicar uma força sobre o corpo, este permanecerá em movimento até que seja forçado a parar.

De forma geral, contextualizar os conceitos físicos para o ensino pressupõe a articulação desses conceitos com vivências concretas e diversificadas do aprendiz, de tal sorte que isso possa oportunizar um aprendizado significativo. No caso da Física, pode-se, a partir das vivências cotidianas, aprender a identificar e interpretar conceitos científicos presentes em nossa vida, para que apreendamos a lidar com situações do dia a dia de uma forma diferente daquela de senso comum.



2 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

Para promover a contextualização de conceitos físicos, e no intuito de facilitar a aprendizagem sobre a lei do movimento de Newton, construiu-se a sequência didática de acordo com os princípios programáticos ausubeliano.

A Sequência Didática (SD) é um conjunto de atividades planejadas para ensinar um determinado conteúdo, etapa por etapa, organizadas de acordo com os objetivos que o professor deseja alcançar. Conforme Giordan et al. (2011), geralmente as SD:

São elaboradas de acordo com as experiências e conhecimentos que os professores têm sobre o assunto e de maneira geral são avaliadas conforme a aprendizagem do conteúdo apreendidas pelos alunos, pela metodologia adotada para o desenvolvimento em sala de aula e pela participação dos alunos com relação ao conteúdo trabalhado (GIORDAN et al., 2011, p. 2).

Envolvem atividades de aprendizagem e de avaliação, para todos os níveis de escolaridade. A elaboração dessa sequência buscou utilizar variados recursos tais como: vídeos, leituras de textos, atividades experimentais, etc. A proposta didática foi dividida em três momentos: (i) introdução de organizadores prévios; (ii) atividade principal e (iii) discussão sobre a sequência didática.

Neste trabalho foi apresentado um recorte da SD onde a consolidação do estudo teve como princípio a utilização de corpo de prova e dinamômetro. O objetivo foi de levantar discussões para favorecer uma aprendizagem significativa acerca da primeira lei de Newton para alunos do ensino médio.

A Tabela 1 mostra uma síntese das atividades realizadas com seus respectivos períodos e conteúdos contemplados ao longo da sequência.

Tabela 1 - Síntese das atividades realizadas durante a sequência didática

Quant. aulas	Assuntos abordados	Objetivos	Técnicas de ensino
Março/6aulas	Conceitos básicos de Cinemática	Conhecer e apresentar aos alunos a sequência didática. Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conceitos básicos de cinemática.	Aulas expositivas /filmes.
Abril/5aulas	Movimento retilíneo uniforme (MRU)	Verificar se os alunos, a partir das aulas na quadra de esporte e do vídeo sobre a física e o cotidiano conseguem definir o MRU.	Aulas expositivas /filmes/aulas na quadra de esportes.
Maió/6 aulas	Movimento retilíneo uniformemen	Verificar se os alunos, a partir das aulas na quadra de esporte e do vídeo sobre a física e o cotidiano	Aulas expositivas /filmes/aulas na quadra de esportes.



	te variado (MRUV)	conseguem definir o MRUV e apontar diferenças com MRU.	
Junho/3aulas	A lei do movimento de Newton	Discutir os aspectos relacionados ao repouso e movimento de um corpo, explorar o conceito de velocidade de um corpo caso as forças que atuam sobre ele se anulem.	Aulas expositivas/ aula com material manipulável.

Fonte: Elaborado pelo autor

No intuito de identificar possíveis *subsunçores* para a aprendizagem de conceitos físicos referentes aos conceitos básicos de cinemática, no primeiro encontro foi realizado o mapeamento dos conhecimentos prévios dos alunos através de questionário. Além disso, durante a execução da SD buscou-se entender os conhecimentos trazidos pelos estudantes. Isto foi realizado por meio de reiteradas perguntas durante as aulas. Ao longo da intervenção pedagógica foram realizadas a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integrativa* quando foram explicitadas as diferenças e semelhanças entre os conceitos de deslocamento e trajetória, uma vez que o mapeamento de conhecimentos prévios mostrou que os alunos apresentavam certa confusão entre essas ideias. Para responder à questão norteadora desta pesquisa, foram analisadas as atividades dessa Sequência de Ensino com base nos princípios ausubeliano.

3 REFERENCIAL TEÓRICO: TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

Neste artigo, foram utilizados apenas aspectos essenciais desta teoria visto que são necessários para analisar e discutir os dados apresentados aqui.

Os conhecimentos relevantes da estrutura cognitiva, e que servem de ancoradouro para a nova informação, são denominados por Ausubel (2003) de subsunçores. O subsunçor é uma estrutura específica à qual uma nova informação pode se integrar a estrutura cognitiva do aprendiz. Quando não existirem os subsunçores, deve-se construí-los, seja através de aula expositiva, um vídeo, uma música, etc.

Segundo Ausubel (2003, p. 75), a Aprendizagem Significativa (AS): “é resultado de um processo ativo, não arbitrário e não literal entre aquilo que o aluno já sabe e o conteúdo que lhe será ensinado”. Segundo Ausubel (2003) existem três condições para que a AS ocorra:

1. A disposição do aluno para aprender significativamente em vez de apenas memorizar;
2. Conhecimentos prévios que se relacionem com aquilo que o aluno irá aprender, ou seja, subsunçores, e
3. A utilização de um material de aprendizagem potencialmente significativo, ou seja, que tenha possibilidade de ser incorporado à



estrutura cognitiva do aprendiz por meio de uma relação não arbitrária e não literal (AUSUBEL et al., 2003, p. 71-72).

Para nortear a maneira e a sequência dos conceitos a serem trabalhados em sala de aula, Ausubel (2003) propõe dois processos: diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Diferenciação Progressiva - O conteúdo a ser apresentado aos alunos deve ser programado de maneira que os conceitos mais gerais da disciplina ou conteúdo sejam apresentados em primeiro lugar e, pouco a pouco, introduzidos os conceitos mais específicos.

Reconciliação Integrativa - A programação do material a ser apresentado ao aluno deve ser feita de maneira que haja exploração de relações entre ideias, apontando semelhanças e diferenças entre conceitos relacionados.

Segundo Ausubel (2003) em uma situação de aprendizagem, caso o aluno não possua conhecimentos relevantes que possam servir de ancoradouro para os novos conteúdos, o professor poderá lançar mão de organizadores prévios, que são materiais de aprendizagem introdutórios e mais abrangentes que o próprio conteúdo. Os organizadores prévios baseiam-se na ideia de que o fator que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já conhece. Portanto, o planejamento de ensino deve ter como ponto de partida o levantamento das competências e conhecimentos já dominados pelo aluno.

Os organizadores prévios são materiais introdutórios que se apresentam no início do trabalho de pesquisa. Eles estabelecem uma ligação entre as ideias relevantes que o aluno já possui com a tarefa de aprendizagem que lhe vai ser proposta. Para que os organizadores prévios possam funcionar de forma eficaz para diversos alunos, Ausubel (2003, p. 11) propõe que “apresentem-se os organizadores prévios a um nível mais elevado de abstracção, generalidade e inclusão do que os materiais a serem apreendidos”.

Esses organizadores, segundo Ausubel (2003), possuem como objetivo aumentar a pré-disposição para aprendizagem significativa; fornecer um suporte para a tarefa de aprendizagem; relacionar as novas ideias com as que o aluno já domina, permitindo assim que essas ideias sejam mais bem discriminadas e assimiladas pelos estudantes fazendo uma ponte entre o que é sabido e o que é preciso saber pelo aluno para assim aprender mais rapidamente o novo material.

Um dos princípios programáticos da teoria da Aprendizagem Significativa diz respeito à Consolidação, que juntamente com a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa e a organização sequencial deverão insistir no domínio do que está sendo estudado. Logo, antes que novos materiais sejam introduzidos, o professor deverá assegurar contínua prontidão na



matéria de ensino e sucesso na aprendizagem sequencialmente organizada. Segundo Ausubel (2003):

Nunca se deve introduzir novo material na sequência até se dominarem bem todos os passos anteriores. Este princípio também se aplica aos tipos de aprendizagem intratarefas, nos quais cada tarefa componente (bem como conjuntos integrais de matérias). A consolidação, como é obvio, alcança-se através da confirmação, correção e clarificação, no decurso do retorno (feedback), e através da prática diferencial e da revisão, no decurso da exposição repetida, com retorno, ao material de aprendizagem. (AUSUBEL, 2003, p. 172).

Contudo, o princípio da Consolidação deve ser compatibilizado com a progressividade da aprendizagem significativa e com a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

3.1. A PRIMEIRA LEI DE NEWTON

Neste tópico serão tratados apenas os acontecimentos situados a partir da concepção de Newton sobre os conceitos da primeira lei. Os personagens que precedem o nascimento da mecânica não serão abordados neste trabalho. A justificativa segundo Zanetic (1988, p. 24) é que: “o ponto de partida pode ser situado nas mais variadas épocas, algumas dezenas de anos antes de Newton ou duas dezenas de séculos antes de Copérnico”.

A questão central investigada nessa sequência didática foi sobre o ensino e aprendizagem da primeira lei do movimento de Newton, particularmente, devido à importância na vida cotidiana dos alunos do Ensino Médio.

Nesta perspectiva, o ensino de física é marcado pelo método tradicional. De acordo com Fiolhais e Trindade (2003, p. 259) “entre as razões do insucesso na aprendizagem em Física, são apontados aos professores métodos de ensino que se mostram desajustados das teorias de aprendizagem mais recentes”. Diante disso, esta sequência didática visou uma abordagem mais profícua com a utilização de material manipulável para o ensino-aprendizagem da primeira lei de Newton.

Em 1687, Isaac Newton escreveu as três leis da mecânica newtoniana. No livro de Newton (2008) *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Princípios Matemáticos de Filosofia Natural) são discutidos as três leis do movimento. A primeira lei do movimento é também conhecida como a 1.^a Lei da Inércia, a qual é definida por Newton da seguinte forma: “Todo corpo persevera no seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha recta, a não ser na medida em que é obrigado a mudar o seu estado pelas forças que lhe são impressas.” (NEWTON apud COHEN; WESTFALL, 2002, p. 279).

Em 1713 Newton faz uma revisão do *Principia*, o qual é dividido em três partes, no livro um, aparecem às três leis de Newton sobre o movimento, segundo Balola (2010):



No De motu corporum, Newton introduz a noção de que o estado natural do corpo é, não só o movimento em linha recta, mas que também o repouso o é. Assim sendo, a força da inércia faz com que os corpos permaneçam não só em movimento uniforme em linha recta, mas também em repouso (BALOLA, 2010, p. 88).

O estudo da primeira lei de Newton foi importante para a compreensão dos estudantes sobre o movimento de um corpo, com aceleração nula. Logo, a intenção foi de o aluno observar que, nesse caso, o movimento era retilíneo e uniforme. Newton chamou de inércia a capacidade que um corpo tem de resistir à mudança em seu estado de MRU, mas essa resistência é tão maior quanto maior é a quantidade de matéria que o corpo possui.

4 METODOLOGIA

A metodologia seguiu os parâmetros da abordagem qualitativa. A pesquisa qualitativa, em educação, segundo Bogdan e Biklen (1994, p. 16), “assumem muitas formas e pode ser conduzida em múltiplos contextos, privilegiando a compreensão dos comportamentos a partir das perspectivas dos sujeitos da investigação”. Dentro de uma abordagem qualitativa, foi adotado o estudo de intervenção como método de pesquisa, devido às características do objeto de investigação. Segundo Damiani et al. (2013):

Pesquisa do tipo intervenção pedagógica é definida como uma pesquisa que envolve o planejamento e a implementação de interferências destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências. (DAMIANI et al., 2013, p. 58).

Como técnica de produção de dados, utilizou-se de um memorial descritivo e um questionário. Foram utilizados também os materiais produzidos pelos estudantes durante a realização da pesquisa (atividades, produções, etc.) com a participação do pesquisador. O diagnóstico inicial (incluindo a análise dos conhecimentos prévios dos alunos) e, as intervenções foram planejadas de acordo com os pressupostos da teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2003). Alguns aspectos essenciais desta teoria foram necessários para analisar e discutir os dados.

A proposta didática foi desenvolvida numa escola pública na cidade de Amargosa-BA, em três turmas de primeiro ano do ensino médio, noturno, composta por 81 alunos. A SD foi aplicada entre os meses de março e junho de 2019. O trabalho de pesquisa para cada turma teve duração de 20 aulas, de 40 minutos cada, totalizando 60 aulas de estudos.

Com o objetivo de levantar discussões acerca da primeira lei de Newton, a atividade principal consistiu em propor à turma utilizar um dinamômetro para colocar em movimento um corpo de prova que tinha duas faces, uma lisa e outra emborrachada, colocadas fixas numa mesa



da sala de aula. Posteriormente, foi solicitado aos alunos que realizassem algumas medições e anotassem os resultados em uma tabela para discussão entre os grupos de estudantes.

5 APRESENTAÇÃO ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta seção relata a aplicação da proposta didática, analisa e discute os resultados apresentados de acordo com o referencial teórico. A proposta didática foi dividida em três momentos: introdução de organizadores prévios, atividade principal e discussão sobre os conceitos básicos de Cinemática e da primeira lei do movimento de Newton. Para a execução da SD nas turmas do ensino médio foram necessárias sessenta aulas, no período entre março a junho de 2019. Vale salientar que, para a disciplina de Física são destinadas duas horas/aula semanal em cada turma.

A ênfase deste trabalho situou-se na utilização de materiais manipuláveis durante o mês de junho. Obviamente, dentro do escopo do estudo, foram utilizados os conteúdos abordados nos meses anteriores para a consolidação da primeira lei do movimento, ou seja, os conceitos básicos de cinemática; movimento uniforme; força de atrito, etc. Essas ações serviram de organizadores prévios para que os alunos pudessem construir os subsunçores necessários para o melhor entendimento da lei da Inércia.

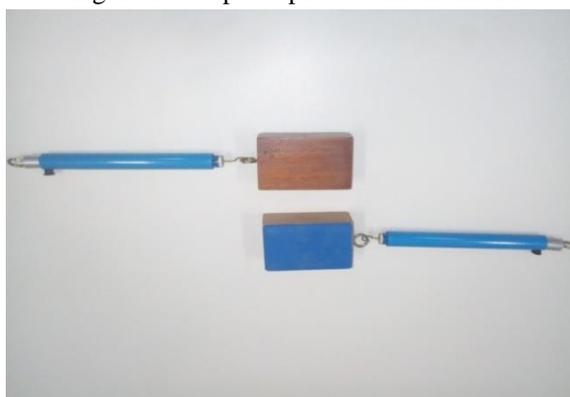
5.1. INTRODUÇÃO DE ORGANIZADORES PRÉVIOS

No início da sequência didática os alunos foram divididos em grupos e, a cada equipe, foi dado um conjunto de material manipulável (corpo de prova e dinamômetro). Porém, ao serem indagados sobre o material, os alunos disseram que nunca tiveram contato com dinamômetro e o corpo de prova. Logo, esses materiais, as aulas ministradas na quadra de esportes e os filmes sobre a cinemática e o cotidiano se configuraram como organizadores prévios o que aumentou a pré-disposição dos estudantes em aprender, e foram utilizados como um suporte para a tarefa de aprendizagem.

Nesta tarefa os alunos relacionaram novas ideias com as quais já tinham domínio como, por exemplo, o deslocamento das partes emborrachada e lisa nas mesas da sala de aula. Com a interferência do pesquisador, essas ideias levaram ao conteúdo ministrado no mês de março sobre os conceitos básicos de cinemática onde foram trabalhados os conceitos de deslocamento, velocidade, movimento, repouso e ponto referencial. Esses conteúdos permitiram fazer uma ponte entre o que o aluno já tinha de conhecimento prévio sobre os conceitos de cinemática e, o conhecimento necessário para aprender mais rapidamente o novo material.

No início da atividade foram convidados dois alunos para virem até a mesa do professor e se posicionarem em frente aos colegas de turma. O objetivo era verificar as concepções desses alunos sobre a força de atrito existente entre as superfícies. Foram mostrados o corpo de prova e o dinamômetro para os estudantes, conforme a figura 1. Em seguida ilustrando o questionamento: “*Qual corpo de prova se desloca com maior facilidade?*”, solicitando que cada aluno aplicasse uma força ao corpo de prova utilizando o dinamômetro.

Figura 1 - Corpo de prova e dinamômetro



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os alunos se manifestaram com respostas iguais, falando de maneira simultânea: *o corpo de prova com a face lisa!* O pesquisador parabenizou os estudantes para o fato de terem respondido de forma coerente a uma mesma questão e, a partir daí, lançou-se outra pergunta.

(P): “*De que maneira poderemos ter certeza a respeito do movimento do corpo?*” A resposta da turma foi uníssona: puxar o corpo de prova com o dinamômetro. Diante das respostas, explicou-se que “puxar” não seria a forma mais ideal e sim, aplicar uma força ao corpo até que ele entrasse em movimento e que precisávamos de um referencial inercial.

Em seguida foi-lhes perguntado: (P): “*E a velocidade? Será que ela também pode ser medida?*” A turma ficou dividida, com alguns alunos dizendo que não e outra parte dizendo que sim. Nesse momento houve a interferência do pesquisador solicitando aos alunos que relembassem o conceito de velocidade. Foi lembrado para os alunos o conceito de velocidade, de acordo com Alonso e Finn (2004, p. 14) “a velocidade é a distância percorrida pelo corpo dividido pelo tempo gasto em percorrê-la”.

Decorrido um tempo alguns estudantes perceberam que para medir a velocidade bastava ter um cronômetro para medir o tempo e o deslocamento do corpo.

Após essas indagações, solicitou-se que os alunos formassem grupos com cinco participantes, pois havia limitação de material e que eles pudessem realizar as discussões em grande grupo, sempre mediadas pelo pesquisador.

Ao relacionar o ato de aplicar uma força ao corpo de prova, o referencial inercial e o deslocamento do corpo, os alunos tiveram a possibilidade de medir a velocidade, e fizeram uso de organizadores prévios. Estes organizadores ajudaram na integração de novos conhecimentos à estrutura cognitiva e, ao mesmo tempo, a discriminá-los de outros conhecimentos já existentes.

5.2. ATIVIDADE PRINCIPAL

As turmas foram divididas em grupos, e identificadas pelas suas iniciais, ou seja, o grupo 1 da turma A por A₁ e, assim sucessivamente, até o grupo 5 por A₅, sendo que quatro grupos formados com cinco alunos (A₁, A₂, A₃ e A₄) e, um grupo com seis alunos (A₅). A turma B foi composta por 5 grupos de 5 alunos e, a turma C dividida em seis grupos de 5 alunos, onde o pesquisador deixou a integração dos grupos de acordo com a preferência dos estudantes.

Aplicou-se a mesma sequência didática para as três turmas em estudo, porém, em momentos diferentes. No início da aula foram entregues a cada grupo um corpo de prova com duas faces (lisa e emborrachada), um dinamômetro de 2 N e uma folha contendo os procedimentos para execução da tarefa conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Procedimento para realizar a tarefa

<p>Introdução: A primeira lei do movimento de Newton</p> <p>Objetivos: Confirmar, por exploração, a 1ª Lei de Newton e concluir que a força é o agente capaz de modificar o estado de repouso ou de movimento de um corpo, determinando sobre a validade da 1ª Lei de Newton.</p> <p>Material Utilizado</p> <p>1 Dinamômetro 1 Fio de poliamida (barbante) 1 Bloco de madeira (com revestimento)</p> <p>Montagem da atividade</p> <p>Execute a montagem conforme orientação do professor, inicialmente com a face emborrachada do corpo de prova em contato com a superfície da mesa.</p> <p>Métodos/Procedimentos</p> <ol style="list-style-type: none">1. Ajustar o zero do dinamômetro e observar se a mola de tração está no ponto apropriado;2. Verificar se o dinamômetro está alinhado à superfície da mesa;3. Posicionar o corpo de prova sobre a mesa, com a face emborrachada e encaixar o dinamômetro paralelo à superfície da mesa;4. Utilizando as mãos, aplicar uma força de $F = 0,2 \text{ N}$ e observar se ocorreu movimento com o corpo de prova;5. Repetir o procedimento anterior, aplicando as respectivas forças, conforme Tabela 2, e observar se ocorreu movimento;6. Posicionar o bloco de madeira sobre a mesa, agora com a superfície lisa, e encaixar o dinamômetro paralelo à superfície da mesa;7. Aplicar as respectivas forças ao corpo de prova, conforme Tabela 2, e observar se ocorreu movimento com o corpo de prova;8. Anotar os dados coletados na Tabela 2.

Fonte: Elaborado pelo autor

Apresenta-se a Tabela 2, onde os alunos utilizaram para anotar a ocorrência ou não do movimento do corpo de prova.

Tabela 2 - Aplicação de força com o dinamômetro ao corpo de prova

Força Aplicada (N)	Ocorrência de movimento (sim/não)	
	Face emborrachada	Face lisa
0,2		
0,4		
0,6		
0,8		
1,0		
1,2		

Fonte: Adaptada ao material do CIDEPE

Após uma breve discussão sobre a prática que seria executada pelos alunos, solicitou-se que aplicassem uma força inicial de 0,2 N sobre o corpo de prova e anotassem na Tabela 2 o ocorrido. Os alunos foram direcionados para que, primeiramente, aplicassem a força de 0,2 N na face emborrachada e, depois na face lisa, onde foi perguntado: **P:** “*O corpo de prova se moveu sob a ação da força de 0,2 N*”?

Notou-se que todos os alunos responderam que nas duas situações não houve movimento do corpo. Então foi solicitado, pelo pesquisador, que os alunos preenchessem a Tabela 2 conforme indicado. Ao verificar que os grupos haviam preenchido os valores da Tabela 2, conforme o experimento proposto, o pesquisador fez a seguinte pergunta:

P: “Qual foi o valor aproximado de menor força aplicada, capaz de iniciar o movimento entre as superfícies do corpo de prova e a superfície da mesa?” onde as resposta dos grupos foram iguais: 0,4 N à força aplicada ao corpo de prova na face lisa e 0,6 N para a face emborracha. Diante das respostas o pesquisador fez uma nova indagação para os grupos:

P: “*Compare suas respostas apresentadas na Tabela2 e procure justificar a diferença.*” Onde foram apresentadas, respectivamente, as respostas dos alunos das três turmas, de acordo com o Quadro 2:

Quadro 2 - Respostas dos alunos – Justificativa sobre a diferença da força aplicada ao corpo

Turma A	Turma B	Turma C
<p>A1: “Porque na face emborrachada precisa de mais força para o corpo se movimentar, enquanto que na parte lisa menos força”.</p> <p>A2: “Na parte emborrachada o corpo se prende a superfície da mesa levando mais tempo para se movimentar (ele se move a partir de 0,6 N) e o corpo na parte lisa tem maior rapidez (ele se move a 0,4 N)”.</p> <p>A3: “Na parte emborrachada o corpo se prende a superfície da mesa levando mais tempo para se movimentar, ele começa a se movimentar a partir de 0,6 N, e no corpo da parte lisa o bloco tem mais rapidez ele começa a partir de 0,4 N”.</p> <p>A4: “Na superfície emborrachada a força começou a ser aplicada a partir de 0,6 N. Na parte lisa a força começou a ser aplicada a partir de 0,4 N”.</p> <p>A5: “A diferença é que um lado é mais resistente na mesa, fazendo com que fique firme na mesa e o lado liso é um lado que desliza rápido em lugares bem lisos”.</p>	<p>B1: “O lado revestido precisou de mais força para se mover devido à superfície emborrachada gerar mais atrito. Já na parte lisa por gerar menos atrito precisou de menos força”.</p> <p>B2: “Notamos que houve uma grande diferença, entre a parte emborrachada e a parte lisa, para a parte emborrachada se mover foi preciso 0,6 N e a lisa foi de 0,2 N”.</p> <p>B3: “A força aplicada de 0,2 N e 0,4 N não movimentou a parte emborrachada, mas na parte lisa a partir de 0,2 N movimentou o corpo”.</p> <p>B4: “Na parte emborrachada tivemos que botar uma força equivalente a 0,6 N para se mover, e o do lado liso para se mover teve que botar força equivalente a 0,3 N”.</p> <p>B5: “A força na (parte) lisa teve mais velocidade do que na parte revestida”.</p>	<p>C1: “A diferença é que a ocorrência de movimento na parte lisa não se move com 0,2 N, e a parte lisa somente se movimenta com 0,4 N”.</p> <p>C2: “A diferença que em 0,6 N a emborrachada se moveu enquanto que na parte lisa se moveu com 0,4 N”.</p> <p>C3: “Porque uma superfície é lisa e a outra revestida”.</p> <p>C4: “A diferença é que com 0,6 N a face emborrachada se moveu, enquanto que a lisa se moveu com 0,4 N”.</p> <p>C5: “Na superfície lisa o corpo de madeira se movimenta com 0,4 N, já na superfície emborrachada, em 0,6 N o corpo começa a se movimentar”.</p> <p>C6: “A diferença está na força aplicada ao corpo de prova, enquanto que na face emborrachada foi aplicada uma força de 0,6 N para movimentar e de 0,4 N foi à força para mover o corpo liso”.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com as respostas dos alunos, procurou-se identificar com os componentes dos grupos o motivo das diferenças encontradas ao preencherem a Tabela 2, para tirar o corpo de prova do estado de repouso ao qual se encontrava. Após discussão ficou evidenciado que as respostas teriam a ver com a força de atrito existente, entre o corpo de prova e a superfície da mesa estar dificultando colocar o corpo em movimento. O pesquisador Relembrou aos alunos sobre o conceito de força, que segundo Torres et al. (2013, p. 107) “é um agente físico capaz de alterar o estado de repouso ou de movimento uniforme de um corpo”.

Alguns alunos se lembraram da força de atrito enfatizando que essa força seria proveniente do estado inercial do corpo de prova e, que a tendência do corpo era a de continuar no estado ao qual se encontrava neste caso, no estado de repouso. A partir dessas respostas e da interferência do pesquisador (P), resolveu-se fazer mais uma pergunta aos grupos.



P: Nos dois casos iniciais anteriores, vocês tentaram tirar o corpo de prova do estado de repouso aplicando forças externas paralelas às superfícies em contato. Justifique o fato das forças externas iniciais, dentro de um limite, não ter conseguido movimentar o corpo de prova.

Onde se obteve as seguintes respostas, conforme Quadro 3:

Quadro 3 - Respostas dos alunos: Justificativa sobre o movimento do corpo

Turma A	Turma B	Turma C
A1: “Porque as forças iniciais não são fortes suficientes para fazer o corpo se locomover”.	B1: “Porque as forças externas iniciais foram inferiores a força gerada pelo atrito”.	C1: “Porque foi realizada pouca força sobre os corpos”.
A2: “Que a força exercida sobre o corpo era menor a que o corpo exercia”.	B2: “Pelo fato da força não ter sido suficiente para tirar o bloco do repouso”.	C2: “As forças de 0,4 N e 0,2 N não conseguiram movimentar os corpos, pois eles requeriam mais força”.
A3: “Porque não foi exercida uma força suficiente para que o objeto pudesse se mover do lugar”.	B3: “A força aplicada de 0,2 N e 0,4 N eram menor do que a força exercida na superfície da parte revestida”.	C3: “Porque foi aplicada pouca força sobre o corpo”.
A4: “A força aplicada não gerou força suficiente para mover o corpo”.	B4: “Isto é a força que surge quando os corpos estão sujeitos a alguma força capaz de produzir neles uma velocidade”.	C4: “A força de 0,6 N não movimentou o corpo emborrachado com a mesma intensidade, assim como a força de 0,4 N movimentou o corpo liso, isto porque a face emborrachada requer mais força para movimentar o corpo”.
A5: “Porque de 0,0 N até 2,0 N não tem força suficiente para mover o corpo”.	B5: “O corpo não conseguiu obter movimento porque a força aplicada é inferior à força de resistência do corpo”.	C5: “A diferença é que a força aumentou no corpo com a face emborrachada”.
		C6: “O corpo de madeira tinha mais força do que a emitida pelo dinamômetro”.

Fonte: Elaborado pelo autor

Após as respostas dos alunos, o pesquisador resolveu sistematizar e revisar na lousa o conceito sobre a força de atrito existente entre as superfícies do corpo e da mesa. Segundo Luz e Alvarenga (2007, p. 84) a força de atrito “é uma força que aparece toda vez que um objeto tende a entrar em movimento e que deve ter o mesmo módulo, a mesma direção e o sentido contrário à força de movimento do objeto”. Para contextualizar a definição sobre a força de atrito, o pesquisador reforçou que esta força correspondia a uma força exercida entre duas superfícies que estão em contato. Se o atrito entre o corpo e a superfície pudesse ser totalmente eliminado e, considerando uma superfície totalmente lisa, não haveria diminuição na velocidade do corpo e, não havendo obstáculo ele seguiria em linha reta com uma velocidade indefinida.

Para consolidação do entendimento sobre a primeira lei do movimento, o pesquisador solicitou aos alunos que respondessem de acordo com os conhecimentos adquiridos durante as aulas anteriores, a seguinte pergunta aberta:

P: “Segundo suas observações, o que você deve admitir para justificar uma resultante externa nula no intervalo inicial em que a força aplicada não foi suficiente para mover o corpo de prova”? No Quadro 4, apresentam-se as respostas dos alunos:

Quadro 4 - Respostas dos alunos: Justificativa de uma resultante externa nula

Turma A	Turma B	Turma C
A1: “Porque foi colocada menos força no dinamômetro para mover o corpo”.	B1: “Porque a força inicial foi insuficiente para colocar o corpo em movimento”.	C1: “A força aplicada foi insuficiente para mover o corpo da base”.
A2: “Porque o corpo estava obtendo uma força nula”.	B2: “Que a força de atrito foi superior à força aplicada ao objeto”.	C2: “Por causa da aderência do corpo em relação à base”.
A3: “Porque o objeto tem uma força maior do que a exercida pelo dinamômetro”.	B3: “Porque a massa do bloco foi maior que a força aplicada de 0,2 N e 0,4 N”.	C3: “Seria necessário aplicar mais força para que o corpo saísse do lugar”.
A4: “A força não foi suficiente para mover o corpo”.	B4: “A força aplicada foi menor que o peso do objeto”.	C4: “a força foi insuficiente para mover o corpo da base”.
A5: “Porque a força que o corpo tem é a mesma força aplicada pelo dinamômetro”.	B5: “Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme numa linha reta ao menos que seja forçado a mudar aquele estado por uma força aplicada sobre ele”.	C5: “Por causa da aderência do corpo a superfície”.
		C6: “Porque foi aplicada pouca força sobre o corpo deixando ele em repouso. Para movê-lo era necessário aplicar mais força sobre o corpo”.

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao analisar as respostas dos alunos no quadro 4, verificou-se que a compreensão das ideias trabalhadas em sala de aula deram indícios de entendimento sobre a resultante externa nula. De forma geral, considera-se que a alteração na maneira de organizar o processo de ensino, considerando a Sequência Didática sobre os princípios ausubeliano, possibilitou evidências de aprendizagem significativa conforme a elaboração das respostas dos alunos frente aos conteúdos estudados.

5.3. DISCUSSÃO SOBRE A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Uma primeira análise dos dados evidencia que as atividades realizadas pelos alunos possibilitaram indícios de uma melhor compreensão de algumas ideias, as quais poderão ser ancoradouros para o entendimento do conceito sobre a primeira lei de Newton.

No primeiro momento do desenvolvimento do trabalho, na maioria dos grupos, foram encontradas respostas próximas a idealizadas por Newton sobre a lei do movimento. O que se



pode inferir deste indício de aprendizagem é que ao iniciar a sequência didática com os conceitos básicos de cinemática através de aulas expositivas e contextualizadas, os alunos puderam buscar conhecimentos prévios, existente na sua estrutura cognitiva. Esses conhecimentos foram considerados fundamentais para responder algumas indagações sobre a primeira lei do movimento, as quais são apresentadas:

A3: “Porque não foi exercida uma força suficiente para que o objeto pudesse se mover do lugar”.

B3: “A força aplicada de 0,2 N e 0,4 N eram menores do que a força exercida na superfície da parte revestida”.

C6: “O corpo de madeira tinha mais força do que a emitida pelo dinamômetro”.

Diante dessas respostas, verificou-se que a indicação estava relacionada a uma tendência de o corpo permanecer no estado de repouso, ao qual se encontrava.

As respostas dos alunos as últimas questões da atividade dão indícios da compreensão sobre o conceito da primeira lei, inclusive respondendo às questões de forma mais elaborada, conforme as citações abaixo:

A4: “A força aplicada não foi suficiente para mover o corpo”.

A5: “Porque a força que o corpo tem é a mesma força aplicada pelo dinamômetro”.

A5: “A diferença é que um lado é mais resistente na mesa, fazendo com que fique firme na mesa e o lado liso é um lado que desliza rápido em lugares bem lisos”.

B1: “Porque as forças externas iniciais foram inferiores a força gerada pelo atrito”.

B5: “O corpo não conseguiu obter movimento porque a força aplicada é inferior à força de resistência do corpo”.

B5: “Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme numa linha reta ao menos que seja forçado a mudar aquele estado por uma força aplicada sobre ele”.

C6: “Porque foi aplicada pouca força sobre o corpo deixando ele em repouso. Para movê-lo era necessário aplicar mais força sobre o corpo”.

A formulação organizacional dos conteúdos e, a metodologia de ensino utilizada pode ter favorecido a melhor compreensão das ideias abordadas. Neste sentido, Boss (2009), diz que:

A estratégia consiste na utilização de materiais introdutórios adequados, claros e estáveis denominados organizadores prévios. Estes devem ser trabalhados com os aprendizes antes de o conteúdo de aprendizagem ser ministrado. O objetivo é fornecer subsunçores relevantes e aumentar a discriminação entre aquilo que o aluno já sabe e o conteúdo a ser aprendido (BOSS, 2009, p. 41).

Após a sistematização sobre o conceito de força de atrito, o pesquisador pontuou para a turma que essa força possuía direção, sentido e módulo. Sendo uma força de oposição à tendência ao movimento do corpo de prova, e que ela está muito presente no nosso dia a dia,



desde o movimento dos automóveis, dos humanos e, por exemplo, ao empurrar uma cadeira dentro de casa, dentre outros.

De acordo com Ausubel (2003), os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa norteiam a maneira e a sequência dos conceitos a serem trabalhados em sala de aula. Ao perceber que os alunos conseguiram fazer distinção entre a força aplicada com o dinamômetro e a resistência do corpo de prova a essa força, verificou-se uma evidência do melhor entendimento dos alunos sobre o conceito de força de atrito.

Conforme os dados da pesquisa, a compreensão das ideias trabalhadas em sala de aula sugere indícios de aprendizagem. Isto porque, as respostas dos alunos se aproximaram das definições apresentadas por Newton sobre a primeira lei do movimento no seu livro *Principia*.

Acredita-se que com essa atividade e diante dos resultados apresentados podem-se ampliar os estudos sobre a utilização de material didático no ensino de Física.

Esta constatação sugere que a sequência aplicada permitiu obter indícios de aprendizagem sobre conceitos físicos. Entretanto, a sequência didática apresenta como principal limitação à amostra realizada por conveniência e o tempo dedicado ao estudo, cujos resultados da pesquisa são válidos para o grupo analisado, o que não permite a inferência dos resultados para outros casos.

Portanto, isso não significa que outras abordagens não possam produzir resultados semelhantes ou até melhores, devido à complexidade de fatores que influenciam o aprendizado em sala de aula. Logo, diante dos limites e possibilidades encontrados durante a intervenção pedagógica, este trabalho poderá servir de auxiliar como suporte para futuras adaptações para o ensino de física.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao construir a Sequência Didática com aulas contextualizadas e, a partir dos princípios ausubeliano, os alunos puderam confrontar os seus conhecimentos prévios, adquiridos durante a aplicação da sequência didática com os “novos” conhecimentos. Além disso, eles realizaram sistematizações envolvendo conceitos que não eram científicas, mas do dia a dia, balizados pela contextualização e exemplificações vinculadas à metodologia e conteúdos aplicados neste trabalho. De forma geral, o objetivo de contextualizar os conceitos físicos para o ensino, pressupõe a articulação desses conceitos com vivências concretas e diversificadas do aprendiz, de tal sorte que isso possa oportunizar um aprendizado significativo.



No caso da Física, pode-se, a partir das vivências cotidianas, aprender a identificar e interpretar conceitos científicos presentes em nossa vida e, durante a intervenção os alunos demonstraram que aprenderam a lidar com situações do dia a dia de uma forma diferente daquela de senso comum. Neste sentido, aprender sobre a primeira lei de Newton de forma contextualizada e com as vivências cotidianas pressupõe, por exemplo, ter outro olhar para o significado de estudar conceitos físicos. A abordagem desta metodologia mostra como possibilidade, gerar um material potencial significativo levando em consideração a organização dos conceitos que foram trabalhados com os alunos. Esta sequência didática apresenta como principal limitação, a amostra realizada por conveniência e o tempo dedicado ao estudo, cujos resultados da pesquisa são válidos para o grupo analisado, o que não permite a inferência dos resultados para outros casos.

Neste trabalho, ao apresentar os conceitos de maior generalidade e aos poucos serem especificados outros conceitos, como seguiu durante o desenvolvimento das aulas, mostrou-se eficaz para que os alunos pudessem confrontar os conhecimentos existentes, na sua estrutura cognitiva, com os novos conhecimentos estudados. Os conceitos de movimento e repouso foram apresentados, inicialmente, para que assim fossem progressivamente especificando-os ao longo das aulas, com o objetivo de inserção da lei da inércia. O resultado desta etapa inicial da pesquisa aponta que a sequência de ensino, segundo mostram os dados, evidencia de forma positiva as especificidades dos participantes da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALONSO, Marcelo; FINN, Edward. **Física: Um Curso Universitário**. v. 1, 10 ed. Edgard Blücher, 2004.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Paralelo, 2003.

BALOLA, Raquel. **Princípios Matemáticos da Filosofia Natural: A lei de inércia**. 2010. 119 f. Tese de mestrado em estudos clássicos - Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/5363>. Acesso em: 15 de mar 2020.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto, 1994.

BOSS, Sergio Luiz Bragatto. **Ensino de eletrostática: a história da ciência contribuindo para a aquisição de subsunçores**. 2009. 135 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/90852>. Acessado em: 18 de fev 2019.



COHEN, Isaac Bernard; WESTFALL, Richard. **Newton: textos, antecedentes, comentários.** Tradução de Vera Ribeiro. 1ª ed. Rio de Janeiro: EdUERJ, Contraponto, 2002.

DAMIANI, Magda Floriana; ROCHEFORT, Renato Siqueira; CASTRO, Rafael Fonseca; DARIZ, Marion Rodrigues; PINHEIRO, Silvia Siqueira. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, v. 45, Pelotas, 2013.

FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 257-258, set. 2003.

GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara; MASSI, Luciana. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2011, Campinas. **Anais...** Campinas, UNICAMP, 2011. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiiienpec/resumos/R0875-3. Acessado em: 15 set. 2018.

LUZ, Antonio Máximo Ribeiro da; ALVARENGA, Beatriz. **Física:** volume único. São Paulo: Scipione, 2007.

NEWTON, Isaac. **Principia:** Princípios Matemáticos de Filosofia Natural. 1. ed. São Paulo - SP: Editora da USP, p. 448, 2008.

PEREIRA, Denis Rafael de Oliveira; AGUIAR, Oderli. Ensino de Física no Nível Médio: Tópicos de Física Moderna e Experimentação. **Revista Ponto de Vista**, vol. 3, p. 65-81, 2006.

SILVEIRA, Marisa Rosâni Abreu da. A Dificuldade da Matemática no Dizer do Aluno: ressonâncias de sentido de um discurso. **Educação & realidade**, Porto Alegre, v. 36, n. 3, p. 761-779, 2011.

TORRES, Carlos Magno; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antonio de Toledo; PENTEADO, Paulo Cesar Martins. **Física:** Ciência e Tecnologia, 3 ed. São Paulo: Moderna, 2013.

ZANETIC, João. Dos “principia” da mecânica aos “principia” de Newton. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, Número Especial, p. 23-35, 1988.

Recebido em: 25 de agosto de 2020.

Aprovado em: 10 de novembro de 2020.