

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Taís Renata Schaeffer da Silva

LEIS DE NEWTON: UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO  
FUNDAMENTADA NA TEORIA DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Passo Fundo

2018

Taís Renata Schaeffer da Silva

LEIS DE NEWTON: UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO  
FUNDAMENTADA NA TEORIA DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Ciências Exatas e Geociências, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação do professor Dr. Carlos Ariel Samudio Pérez.

Passo Fundo

2018

CIP – Catalogação na Publicação

---

S5861 Silva, Taís Renata Schaeffer  
Leis de Newton: uma sequência didática para o ensino médio fundamentada na teoria da aprendizagem significativa / Taís Renata Schaeffer da Silva. – 2018.  
94 f. : il., color. ; 30 cm.

Orientadora: Professor Dr. Carlos Ariel Samudio Pérez. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2018.

1. Física – Métodos de ensino. 2. Leis de Newton. 3. Ensino médio.  
I. Samudio Pérez, Carlos Ariel, orientador. II. Título.

CDU: 53

---

Catalogação: Bibliotecária Marciéli de Oliveira - CRB 10/2113

Taís Renata Schaeffer da Silva

LEIS DE NEWTON: UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO  
FUNDAMENTADA NA TEORIA DA  
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A banca examinadora APROVA, em 20 de abril de 2018, a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática.

Professor Dr. Carlos Ariel Samudio Pérez - Orientador  
Universidade de Passo Fundo

Professor Dr. João Carlos Krause  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Professor Dr. Luiz Marcelo Darroz  
Universidade de Passo Fundo

Professora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa  
Universidade de Passo Fundo

## RESUMO

As atuais demandas da sociedade apontam a necessidade de mudanças no contexto educacional, nesse sentido, emerge a busca por envolver os estudantes na construção do seu conhecimento, tornando-os mais ativos no processo de ensino-aprendizagem, valorizando suas experiências e saberes anteriores, possibilitando o aumento da criticidade e estimulando o diálogo em sala de aula. No ensino de Física, em especial no Ensino Médio, observam-se inúmeras ações por parte dos professores para facilitar e qualificar o processo de ensino, aproximando os conceitos estudados em sala de aula do cotidiano dos educandos. Nesse sentido, o presente estudo busca desenvolver, aplicar e avaliar uma proposta didática apoiada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Para tanto, o trabalho desenvolve uma sequência didática estruturada em 11 encontros para o ensino de Leis de Newton, de modo a avaliar a viabilidade da proposta. O estudo apresenta como questionamento norteador: Quais as potencialidades e limites de uma sequência didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa para abordagem das Leis de Newton? Para responder a essa questão, o estudo caracteriza-se como de natureza qualitativa e utiliza como instrumentos para coleta de dados e avaliação da viabilidade da proposta pré-teste, pós-teste e o Diário de Bordo, os quais são analisados segundo a análise de conteúdo, em concordância com as ideias Bardin (2004). A aplicação da proposta didática ocorreu em uma turma de primeira série do Ensino Médio de uma escola pública do município de Passo Fundo, RS, no segundo semestre de 2017. Os resultados do estudo apontam um envolvimento mais significativo dos estudantes durante as aulas, bem como, indícios de captação de significados e compreensão dos conceitos relacionados às Leis de Newton. Esta dissertação acompanha um produto educacional que consiste em um material de apoio aos professores, no qual as estratégias didáticas e as atividades utilizadas na aplicação da proposta são descritas, o qual encontra-se disponível no portal EduCapes no endereço <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/206802>>.

**Palavras-chave:** Teoria da Aprendizagem Significativa. Leis de Newton. Ensino de Física. Produto Educacional.

## ABSTRACT

The current demands of society point to the need for changes in the educational context, in this sense, emerges the search for to involve students in building their knowledge, enhancing their experiences and previous knowledges – increasing the criticality and dialogue in the classroom. In physics teaching, especially in High School, there are innumerable actions by the teachers to facilitate and qualify the teaching process, bringing the concepts studied in the classroom to the students' daily lives. In this sense, the present study seeks develop, apply and evaluate a didactic proposal based on the Theory of Significant Learning by David Ausubel. The study develops a didactic sequence was structured in eleven meetings for the teaching of Newton's Laws, so to analyze the relevance of the proposal regarding its feasibility. The study presents a guiding question: What are the potentialities and limits of a didactic sequence based on the Significant Learning Theory to approach Newton's Laws? Seeking to answer these question, the study is characterized as qualitative and use as tools for data collection and evaluation of the feasibility of the pre-test proposal, post-test and the Logbook, which are analyzed according to the content analysis, in agreement with the ideas Bardin (2004). The project was conducted in the second semester of 2017 at a public school located in the Municipality of Passo Fundo/RS, with students in the 1st year of high school. In general, the results obtained show the students involvement during the classes, such as the comprehension of the Newton's laws concepts. This dissertation accompanies an educational product that consists of a material to support teachers, in which the didactic strategies and activities used in the application of the proposal are described, which is available on the EduCapes portal at the address <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/206802>>.

**Keywords:** Meaningful Learning Theory. Newton's Law. Physics Teaching. Educational Product.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Programa.....	36
--------------------------	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Registro da atividade: análise do movimento de um bloco em diferentes superfícies ..	39
Figura 2 - Torre da Inércia .....	40
Figura 3 - Divisão da turma em grupos de 3 alunos .....	41
Figura 4 - Registro da Atividade: Trilha Leis de Newton.....	44
Figura 5 - Capa do Produto Educacional .....	45
Figura 6 - Questão número 1 do Pré-teste.....	55
Figura 7 - Questão número 1 do Pós-teste .....	55
Figura 8 - Questão número 5 do Pós-teste .....	56
Figura 9 - Questão número 3 do Pré-teste.....	56
Figura 10 - Questão número 2 do Pós-teste .....	57
Figura 11 - Questão número 4 do Pré-teste.....	58
Figura 12 - Questão número 7 do Pós-teste .....	59
Figura 13 - Questão número 8 do Pós-teste .....	60
Figura 14 - Questão número 9 do Pós-teste .....	62
Figura 15 - Questão número 4 do Pré-teste.....	63
Figura 16 - Questão número 4 do Pós-teste .....	64

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Dados para a questão 3 do Pós-teste: “A Inércia de um corpo está associada:” .....	57
Gráfico 2 - Dados da questão 2 do pré-teste: “A afirmativa errada é:” .....	60
Gráfico 3 - Dados para questão 5 do pré-teste: “Um guincho que está rebocando um carro está acelerando numa estrada plana e reta. Nestas condições, a intensidade da força que o guincho exerce sobre o carro é:” .....	61
Gráfico 4 - Dados da questão 6 do pós-teste: “Marque a alternativa que expressa as características da força de Reação” .....	62

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>ENSINO DE FÍSICA: ESTUDO DA MECÂNICA.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Leis de Newton: abordagem na sala de aula .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>A importância de ensinar as Leis de Newton .....</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E AS ATIVIDADES UTILIZADAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Teoria da Aprendizagem Significativa .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2</b>	<b>Atividades experimentais .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3</b>	<b>Leituras.....</b>	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>Jogos didáticos.....</b>	<b>32</b>
<b>4</b>	<b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE LEIS DE NEWTON .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1</b>	<b>Sequência didática Leis de Newton.....</b>	<b>34</b>
<i>4.1.1</i>	<i>Aplicação em sala de aula.....</i>	<i>34</i>
<i>4.1.2</i>	<i>O programa da Sequência didática para o ensino das Leis de Newton .....</i>	<i>36</i>
<b>4.2</b>	<b>Descrição dos encontros .....</b>	<b>37</b>
<i>4.2.1</i>	<i>Encontro 1 .....</i>	<i>37</i>
<i>4.2.2</i>	<i>Encontro 2 .....</i>	<i>38</i>
<i>4.2.3</i>	<i>Encontro 3 .....</i>	<i>38</i>
<i>4.2.4</i>	<i>Encontro 4 .....</i>	<i>40</i>
<i>4.2.5</i>	<i>Encontro 5 .....</i>	<i>40</i>
<i>4.2.6</i>	<i>Encontro 6 .....</i>	<i>42</i>
<i>4.2.7</i>	<i>Encontro 7 .....</i>	<i>42</i>
<i>4.2.8</i>	<i>Encontro 8 .....</i>	<i>43</i>
<i>4.2.9</i>	<i>Encontro 9 .....</i>	<i>43</i>
<i>4.2.10</i>	<i>Encontro 10.....</i>	<i>44</i>
<i>4.2.11</i>	<i>Encontro 11.....</i>	<i>44</i>
<b>4.3</b>	<b>Produto educacional.....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>PESQUISA .....</b>	<b>46</b>
<b>5.1</b>	<b>Aspectos Metodológicos .....</b>	<b>46</b>
<b>5.2</b>	<b>Análise e discussão dos dados .....</b>	<b>48</b>
<i>5.2.1</i>	<i>Diário de Bordo .....</i>	<i>48</i>
<i>5.2.1.1</i>	<i>Participação/motivação dos estudantes .....</i>	<i>48</i>

5.2.1.2	Convívio social .....	51
5.2.1.3	Postura dos alunos diante de novas metodologias .....	52
5.2.2	<i>Pré-teste e pós-teste</i> .....	54
5.2.2.1	Peso e Massa .....	54
5.2.2.2	Inércia .....	56
5.2.2.3	Relação massa X força X aceleração .....	58
5.2.2.4	Ação e Reação.....	60
5.2.2.5	Atrito.....	63
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>67</b>
	<b>APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido.....</b>	<b>70</b>
	<b>APÊNDICE B - Questionário Pré-teste.....</b>	<b>71</b>
	<b>APÊNDICE C - Atividade das Figuras .....</b>	<b>73</b>
	<b>APÊNDICE D - Texto sobre as forças.....</b>	<b>74</b>
	<b>APÊNDICE E - Atividade Experimental 1 .....</b>	<b>76</b>
	<b>APÊNDICE F - Jogo Torre de Inércia .....</b>	<b>78</b>
	<b>APÊNDICE G - Foguetes de Balão .....</b>	<b>79</b>
	<b>APÊNDICE H - Questionário.....</b>	<b>80</b>
	<b>APÊNDICE I - Texto Massa e Peso.....</b>	<b>82</b>
	<b>APÊNDICE J - Questões sobre peso e massa.....</b>	<b>84</b>
	<b>APÊNDICE K - Atividade Experimental 2.....</b>	<b>85</b>
	<b>APÊNDICE L - Texto sobre a Segunda Lei de Newton.....</b>	<b>87</b>
	<b>APÊNDICE M - Questões sobre a Segunda Lei de Newton .....</b>	<b>88</b>
	<b>APÊNDICE N - Jogo trilha Leis de Newton .....</b>	<b>89</b>
	<b>APÊNDICE O - Questionário Pós-teste .....</b>	<b>92</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Gomes e Castilho (2010), pesquisas indicam que o ensino de Física no Ensino Médio pouco tem despertado a atenção dos estudantes, pois, muitas vezes, não há espaço em sala de aula para discussão de temas de interesse dos discentes, prevalecendo uma desvalorização dos conhecimentos que emergem fora da sala de aula, o que ocasiona um afastamento do contexto vivido e do que é estudado na escola. Assim, inúmeras vezes, as aulas se limitam a um repertório semelhante de metodologias, que pouco propiciam a independência e autonomia do pensamento dos alunos, pouco alimenta a criticidade e o diálogo, apenas enfatiza a memorização das informações, sendo o centro do processo de ensino-aprendizagem, o professor.

Logo, percebe-se que muitas vezes, o ensino de Física nas escolas, baseia-se apenas na oratória do professor, tendo-se pouco espaço para metodologias que envolvam os educandos que não passam de expectadores e reprodutores de informações. Nessa perspectiva, o livro didático desempenha um forte papel sendo um dos poucos recursos utilizados, tornando-se muitas vezes um limitador do trabalho didático do professor, como uma sequência a seguir.

Moreira (2011) destaca que essa maneira de conduzir o processo de ensino-aprendizagem, baseada na narrativa do professor que apresenta os conhecimentos aos educandos, e estes copiam e reproduzem nas avaliações, apenas enfatiza a aprendizagem mecânica.

Percebe-se que através da metodologia com foco apenas na narrativa do professor, os alunos pouco estão sendo preparados para compreenderem os conceitos científicos, suas conexões com o modo de viver da nossa sociedade, mas sim recitá-los sem qualquer contextualização e isso reflete diretamente no aproveitamento dos estudantes dentro e fora da escola, como nas avaliações externas, por exemplo.

Segundo dados da revista *Nova Escola*, na edição 2015 do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), onde 72 países participaram, os estudantes brasileiros obtiveram um resultado insatisfatório, alcançando o 63º lugar em Ciências, apesar dos alunos conseguirem explicar os conceitos científicos, apresentam dificuldades na interpretação dos fatos e evidências científicas. Os dados apresentados ressaltam fragilidades presentes na escola, em especial no ensino das Ciências, advindas de inúmeros fatores, políticos e sociais, que colaboram para os atuais índices precários na educação.

Considerando esses aspectos, muitos autores enfatizam a necessidade de oportunizar uma formação científica ao estudante que permita estabelecer relações entre conceitos,

compreender problemas contextualizados, e ainda, construir e argumentar suas concepções próprias.

Para Sasseron (2015), o ensino das Ciências da natureza ganha importância não apenas como conhecimentos organizado e legitimado pela sociedade, mas, pelo transbordamento das questões que envolvem as Ciências para além do seu contexto de produção. Ensinar Ciências, sob essa perspectiva, implica oportunizar o contato com conhecimentos que integram uma maneira de construir entendimento sobre o mundo, os fenômenos naturais e os impactos destes em nossas vidas.

Terrazan (2010) destaca, que na sociedade contemporânea, os conhecimentos relacionados à área de Ciências da Natureza tornam-se cada dia mais importantes, tanto para o mercado de trabalho quanto para uma maior compreensão da tecnologia, bem como para uma melhor qualidade de vida e para a participação social ativa, ou seja, para o exercício da cidadania.

Nessa perspectiva, espera-se que o ensino de Física contribua para a formação de uma cultura científica que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando a interação do ser humano com a natureza e o homem, como parte da própria natureza em transformação (BRASIL, 1999).

Nesse sentido, é necessário repensar a maneira como o ensino de Ciências é desenvolvido nas escolas brasileiras para que seja eficaz dentro dessa proposta. Para tanto, torna-se essencial buscar metodologias que sejam capazes de alterar a situação de baixo desempenho, utilizando ações em sala de aula que envolvam os estudantes com o conhecimento, considerando que o objetivo maior é a aprendizagem dos mesmos.

No caso das Ciências, em específico no ensino da Física, as atividades experimentais são consideradas por muitos professores como essenciais. Borges (2002) afirma que a Ciência, em sua forma final tem natureza teórica. Contudo, é necessário criar oportunidades para que o ensino experimental e o ensino teórico se efetuem em concordância, permitindo ao estudante integrar conhecimento prático e conhecimento teórico. O autor destaca que descartar que os laboratórios têm um papel importante no ensino de Ciências significa destituir o conhecimento científico de seu contexto.

Por outro lado, o autor ressalta que, embora os professores acreditem que a melhoria do ensino passa pela introdução de aulas práticas, outras atividades desempenham papel igualmente importante em mobilizar o aprendiz, tais como: resolução de problemas, modelamento e representação, simulações em computador, desenhos, pinturas, colagens ou simplesmente atividades de encenação e teatro. Ou seja, a mudança do ensino passa pela

inserção de metodologias que propiciem ao estudante uma participação efetiva no processo de ensino.

Durante minha experiência<sup>1</sup> como docente do Ensino Médio da rede pública estadual, foi possível identificar algumas dificuldades em como oportunizar uma formação crítica aos estudantes, decorrentes de inúmeros fatores, tais como: falta de recursos como laboratórios e materiais, pouco tempo para preparação das aulas, entre outros. Entretanto, também outros elementos externos que dificultam o processo de ensino-aprendizagem, como a falta de perspectiva de nossos estudantes em relação aos estudos, falta de apoio familiar, problemas financeiros ou psicológicos, entre outros.

Observei que a realidade da escola é entristecedora: grande parte dos adolescentes não tem motivação em aprender. Por um lado, falta maturidade para observar a importância dos conhecimentos, mas também faltam oportunidades aos estudantes que fomentem essa formação, tanto científica, como cidadã, na sala de aula. Este contexto gera, por vezes, indisciplina, desinteresse, desmotivação e evasão.

Nesse sentido, a necessidade de refazer a minha prática docente, em prol de promover uma aprendizagem mais eficiente e que resgatasse a motivação dos educandos, refletiu na busca por um produto educacional que possuísse como base uma proposta didática que mudasse o paradigma do processo ensino-aprendizagem baseado na narrativa do professor. Com isso, selecionei a Teoria da Aprendizagem Significativa -TAS, proposta por David Ausubel, que possui como cerne a valorização dos conhecimentos pré-existentes dos alunos, bem como sua participação ativa das aulas.

Destaca-se que uma das características da TAS é seu subsídio ao trabalho do professor, elucidando meios de efetivar a aprendizagem de forma que a mesma seja significativa para os estudantes, ou seja, não se limite apenas a ser armazenada como nova informação, mas que esteja ligada a outros conhecimentos. Para Ausubel, a Aprendizagem Significativa ocorre quando uma nova informação interage, na estrutura cognitiva do aluno, com conhecimentos já preexistentes, chamados por ele de subsunçores (MOREIRA, 1999).

Logo, o uso da TAS para fundamentar essa pesquisa, justifica-se principalmente na intenção de envolver os estudantes na construção do seu conhecimento, valorizando suas experiências e saberes anteriores, de modo a torná-los mais ativos no processo ensino-aprendizagem como autores dos seus próprios conhecimentos, possibilitando o aumento da criticidade e estimulando o diálogo em sala de aula.

---

<sup>1</sup> Uso da primeira pessoa deve-se a necessidade de relatar minha experiência como docente.

Nessa perspectiva, observei ainda a carência de um trabalho diferenciado, em especial, na primeira série do Ensino Médio. Minhas motivações foram os altos índices de reprovação, a evasão e a defasagem de conhecimentos apresentada pelos estudantes nessa etapa de ensino, principalmente na disciplina de Física. Verifica-se que grande parte dos estudantes, advindos do Ensino Fundamental, apresentam pouco conhecimento em relação aos conceitos físicos.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais-PCN (1997), mostrar a Ciência como construção humana para uma compreensão do mundo é uma meta para a área no ensino fundamental, contribuindo para interpretar os fenômenos da natureza e em como a sociedade nela intervém utilizando seus recursos e criando um novo meio social e tecnológico. Logo, a disciplina de Ciências deveria contribuir na construção de uma visão ampla da Natureza e para isso deveria considerar os aspectos biológicos, químicos e físicos que permeiam essa relação, porém frequentemente, restringe-se a abordagem dos conceitos biológicos.

Freitas et al (2008) afirmam que no ensino de Ciências, em grande parte das vezes, as aulas são organizadas quase que exclusivamente com temas de Biologia, Ecologia, Meio Ambiente e muito pouco sobre a Física, influenciado pelas propostas mais frequentes e acessíveis nos livros didáticos. Ainda, os autores apontam que, mesmo com a preocupação de uma escola igualitária, os educadores são compelidos a determinados conteúdos, logo, há uma necessidade de aperfeiçoar o Ensino de Ciências Naturais com o desenvolvimento de um ensino interdisciplinar e ético.

Como reflexo, percebe-se uma dificuldade dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem dos fenômenos Físicos no Ensino Médio, em parte, devido a abordagem da Física no Ensino Fundamental que ocorre de maneira superficial ou insuficiente, mas também como um reflexo da maneira como esses fenômenos são estudados na sala de aula, enfatizando a abordagem matemática e com uma metodologia tradicional.

Nesse sentido, tendo em vista as necessidades observadas pela minha prática em relação à disciplina, na primeira série do Ensino Médio, selecionei para o desenvolvimento deste estudo, a ser relatado na forma de dissertação e produto educacional, o tema: Leis de Newton. Atribuo a escolha à relevância e as dificuldades apresentadas pelos estudantes em relação ao tema.

Destaca-se também que compreender as Leis de Newton implica entender fenômenos que nos cercam diariamente, como a necessidade e a importância do uso do cinto de segurança, o porquê conseguimos caminhar, o funcionamento de um foguete ou de um satélite, entre outros.

Além disso, ressalta-se a importância de considerar as concepções apresentadas pelos estudantes, resultantes de sua formação social e observações diárias, como: ideias, crenças, saberes, etc. Essas concepções, algumas vezes, confrontam-se com os conceitos físicos apresentados na sala de aula, que aparentemente não são válidos em situações fora desse contexto como, por exemplo, a inércia e a existência do atrito. Nesse caso, verifica-se que essas concepções, consideradas, na maioria das vezes, com um obstáculo de aprendizagem no ensino de Física, podem tornar-se uma potencialidade, quando utilizadas como uma ponte para a aprendizagem, explorando as diferenças entre conceitos e as situações nas quais se aplicam, de acordo com o que preconiza a TAS.

Considerando esses aspectos, para a realização deste estudo, levanta-se a seguinte questão: Quais as potencialidades e os limites de uma sequência didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa para a abordagem das Leis de Newton no Ensino Médio?

Para responder a esta questão, o estudo apresenta como objetivo desenvolver uma sequência didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa para a abordagem das Leis de Newton no Ensino Médio de modo avaliar sua pertinência em termos didáticos. Ainda, têm-se como objetivos específicos:

- Promover uma reflexão sobre o Ensino de Física, identificando estudos sobre o tema Leis de Newton e sua abordagem em sala de aula.
- Discorrer sobre a TAS de David Ausubel.
- Aplicar a sequência didática com uma turma de 1ª série do Ensino Médio.
- Avaliar a sequência didática aplicada.
- Elaborar material para disponibilizar a sequência didática (Produto Educacional) aos professores.

Para atender tais objetivos, a dissertação se estrutura em 4 capítulos. No primeiro capítulo, promove-se uma reflexão sobre o Ensino de Física, com base na legislação nacional e autores da área, além de estudos que relatam experiências em sala de aula sobre as Leis. No segundo capítulo, apresenta-se a TAS e um breve estudo sobre as metodologias usadas na sequência didática. No terceiro capítulo, relata-se a sequência didática, o local de seu desenvolvimento e a descrição dos encontros. O quarto capítulo descreve a metodologia e os instrumentos da pesquisa, e apresenta a análise e discussão dos resultados. Por fim, expõem-se as considerações finais e as referências.

## 2 ENSINO DE FÍSICA: ESTUDO DA MECÂNICA

Neste capítulo, como forma de fundamentar o presente estudo, apresenta-se uma reflexão sobre o ensino de Física, com base na legislação nacional, documentos oficiais e autores da área apresentando pesquisas que relatam experiências em sala de aula que relacionam-se ao tema Leis de Newton. O objetivo é elaborar um panorama sobre as diferentes metodologias apresentadas no processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Física.

### 2.1 Leis de Newton: abordagem na sala de aula

Os estudos relatados nesta secção, foram selecionados a partir de artigos em periódicos nacionais na área de ensino de Física, considerando os de maior relevância. Nesse sentido, elegeram-se artigos de pesquisas da Revista Brasileira de Ensino de Física, a qual apresenta *qualis* A1. Segundo o site<sup>2</sup> da revista, suas publicações se direcionam à melhoria do ensino de Física em todos os níveis de escolarização, além disso o periódico busca promover e divulgar a Física e ciências correlatas, contribuindo para a educação científica da sociedade como um todo. Além disso, buscaram-se dissertações relacionadas ao tema no banco de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

Os trabalhos consultados referem-se a pesquisas realizadas nos últimos 10 anos, a partir das seguintes palavras-chave: Leis de Newton, inércia, ação e reação. Selecionaram-se pesquisas que discorrem sobre propostas didáticas aplicadas em sala de aula, envolvendo diversas metodologias de ensino voltada ao tem, nos diferentes níveis da educação básica e também no nível superior. Nesse sentido, os estudos analisados são apresentados na forma de um resumo, em ordem cronológica.

Mendes, Costa e Sousa (2012) apresentaram um estudo, fundamentado na TAS, que objetivou desenvolver um material didático, que articulasse os domínios conceitual e experimental, através da modelagem e simulação computacional. Para isso, utilizaram o software Modellus aliado às atividades experimentais, resultando num material didático que foi aplicado em quatro grupos de estudantes do Ensino Médio de seis turmas distintas, sendo um grupo de controle. Destaca-se, que no semestre antecedente às pesquisas foram construídos, pelos estudantes, foguetes de garrafa PET e um túnel de vento, enquanto o conteúdo de Leis de Newton era desenvolvido nas aulas teóricas.

---

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>.

O estudo foi constituído em três etapas: pré-teste; realização das atividades de laboratório diferenciadas para cada grupo, utilizando o método POE (prever, observar e explicar), enquanto as aulas teóricas transcorriam normalmente com outros conteúdos; e por fim, o pós-teste. Desse levantamento, os autores concluíram que, nas escolas públicas do Brasil os recursos didáticos mais comuns no ensino de ciências são as aulas expositivas, lousa e giz. Para eles, simulação computacional e atividades experimentais são raras na maioria das escolas. Ainda, constataram que o grupo de controle teve uma queda de desempenho, ao contrário dos demais grupos que tiveram contato com as atividades diferenciadas. Nesse contexto, os autores destacam que as atividades experimentais aliadas as simulações no computador, proporcionam na maioria dos casos, uma aprendizagem significativa.

Trova (2014) propôs em sua dissertação de Mestrado Profissional, investigar as potencialidades do uso do *Edmodo*<sup>3</sup>, uma rede social de aprendizagem (RSA). A pesquisa apresentou e discutiu sobre as funcionalidades e vantagens da rede social no processo de ensino-aprendizagem. Devido à falta de recurso, o que impossibilitou a aplicação do trabalho em uma escola pública, a pesquisa foi desenvolvida junto dos alunos da 1º série do Ensino Médio numa das escolas do Serviço Social da Indústria (SESI) da rede privada, que é uma instituição aliada das indústrias de todo Brasil.

No início o pesquisador investigou o nível de conhecimento e habilidades em manusear computadores e Internet dos alunos. As aulas ocorriam da seguinte maneira: em sala, eram ministradas as aulas teóricas, dando uma introdução ao conteúdo e, após, os alunos eram levados ao laboratório de informática, onde acessavam objetos de aprendizagem como: vídeos, áudios e simulações. O conteúdo acessado era de diferentes sites como “Física e Cotidiano”, “PhET” e “Acessa Física”. Por fim, os alunos faziam comentários sobre o material no *Edmodo*.

Ao término dessa etapa, foi disponibilizado aos alunos, o material com teorias e conceitos físicos, esse material foi anexado na biblioteca da rede social e entregue uma versão impressa para trabalho e consulta em sala de aula. Para explorar os diversos recursos do *Edmodo*, os alunos realizaram uma pesquisa que deveria ser apresentada em um texto curto sobre a relação entre Galileu e Newton e suas contribuições para a Ciência, enviada através da rede social. Para fins de pesquisa, foi proposta uma avaliação diagnóstica ao início da atividade, a qual os alunos refizeram ao final. Nessa análise, o autor verificou um aumento percentual de acertos, no total das questões, e a diminuição de respostas com cunho de concepções

---

<sup>3</sup> É uma plataforma social educativa que permite compartilhamento de informações entre professores e alunos, de forma privada e gratuita.

alternativas. Além disso, constatou que houve um bom número de acessos aos materiais postados pelo professor, como hipertextos contendo materiais de apoio.

Santos e Sasaki (2015) desenvolveram uma pesquisa com alunos entre 18 e 50 anos de idade, de quatro turmas distintas pertencentes ao Novo Ensino de Jovens e Adultos (NEJA), no estado do Rio de Janeiro. Em sua pesquisa, utilizaram do método de POE (prever, observar e explicar), de cunho cognitivista que tem como características o uso de situações e mecanismos que estimulem o aluno a expressar as suas concepções debatendo-as com os colegas o que estimula uma aprendizagem ativa. Ao todo foram utilizadas dez aulas, onde abordaram os seguintes temas: conceitos de deslocamento, velocidade e aceleração aplicados ao movimento retilíneo, bem como, inércia, a relação entre a força resultante e a aceleração no movimento retilíneo, ação e reação, descrição das forças atuantes sobre um corpo, ação do ar sobre os corpos em movimento.

Em cada aula foi utilizado uma ficha de aula com uma estrutura comum: inicialmente buscavam-se experiências prévias e cotidianas dos estudantes sobre assuntos relacionados às aulas, por exemplo, movimento dos passageiros em um ônibus durante frenagem e aceleração. Em seguida, apresentava-se um experimento, ou vídeo, ou simulação a ser analisado. Os alunos faziam previsões individuais sobre as questões e as justificavam quando fosse possível. Em seguida, os alunos debatiam entre si suas previsões. Posteriormente, um instrumento didático era utilizado de forma a permitir aos estudantes visualizarem o(s) fenômeno(s), esse podia ser um vídeo, uma simulação, um experimento. Nesse momento, eles foram convidados a analisar o que foi visto, seguido da apresentação do professor do modelo científico do fenômeno. Como fechamento, eram propostas questões de forma que eles explorassem os conceitos vistos durante a aula. Para avaliar a evolução conceitual dos alunos sobre os temas, foram utilizados um pré-teste e um pós-teste.

Em sua análise, os autores concluíram que o ensino de jovens e adultos tem diversas dificuldades, as quais, os currículos oficiais tentam compensar enfatizando o ensino com base em situações concretas, minimizando a abstração matemática e focando na construção dos conceitos. Os resultados quantitativos, apesar de modestos numa perspectiva global, revelaram-se significativos em tópicos pontuais, tais como a lei da ação e reação e a relação entre força resultante e aceleração.

Monteiro e Martins (2015) desenvolveram um estudo com 35 estudantes de graduação em Física e Geofísica da Universidade do Rio Grande do Norte (UFRN), onde utilizaram uma sequência didática que objetivou discutir historicamente a evolução do conceito de inércia. Os autores citam alguns motivos da escolha do tema, entre eles, a forma alternativa à visão

simplista do tratamento geralmente dado ao conceito de inércia nas escolas e apresentado em livros didáticos e por trata-se de um conceito de difícil aprendizado, fato evidenciado pelas pesquisas de concepções alternativas. Num total foram utilizadas 8 aulas, de 50 minutos cada, antes de cada uma delas, os alunos fizeram uma leitura prévia de dois textos históricos construídos pelos autores, durante as aulas foram desenvolvidas outras atividades, tais como aulas expositivas. Para aferir se os alunos obtiveram alguma evolução do conceito de inércia, foi usado um questionário inicial e um ao final das aulas. Os autores verificaram no resultado obtido um aumento no percentual de acertos no questionário final. Ainda, destacam que: “Embora a inércia seja um conteúdo que os alunos estudam no Ensino Médio, o questionário inicial evidenciou que os sujeitos ainda traziam elementos de concepções alternativas” (MONTEIRO; MARTINS, 2015, p. 4).

Marques (2016) apresentou na sua dissertação de Mestrado Profissional, um modelo de proposta curricular sobre o Ensino de Física, para o 9º ano do Ensino Fundamental. Neste, o autor, mostra uma reestruturação dos conteúdos de forma a trabalhá-los de maneira contextualizada e interdisciplinar, através do foco da História e Filosofia da Ciência (HFC). O trabalho baseou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, na teoria da Epistemologia Genética de Piaget e na teoria de Vygotsky. A aplicação das aulas ocorreu em 12 períodos, com três turmas do 9º ano numa escola construtivista. A proposta foi dividida em quatro partes ou temas: O início da Física e os filósofos, a queda dos corpos segundo Aristóteles, a evolução das ideias sobre movimento, Geocentrismo/Heliocentrismo e as Leis da Mecânica Clássica. Para isso, antes de cada tema era aplicada uma atividade diagnóstica aos alunos.

Durante as aulas, a parte teórica era apresentada de forma expositiva através de slides e animações, posteriormente os alunos eram orientados a fazer um resumo dos pontos que eles julgavam importantes. Em seguida, eram comparados os resumos construídos pelos alunos com o resumo teórico da ficha previamente entregue. Também foram realizadas atividades experimentais e fichas de exercícios durante as aulas. Segundo o autor a maioria dos alunos, algo em torno de 95%, alcançou o principal objetivo da proposta, ou seja, atingiu uma Aprendizagem Significativa sobre o movimento de queda dos objetos, tendo em vista os resultados na avaliação. O autor ressalta que as dificuldades e o desinteresse apresentados pelos alunos no Ensino Médio, para entender e acompanhar a disciplina, foram as questões que geraram a motivação e o interesse para o desenvolvimento do trabalho.

Observam-se nas pesquisas relacionadas que há diversas tentativas de quebrar o paradigma da velha escola, inserindo atividades diversas, ligadas as tecnologias e explorando

textos, experimentos, vídeos, entre outros com o objetivo de facilitar a aprendizagem dos alunos. Os autores Monteiro e Martins (2015), observaram que as dificuldades perante o tópico Leis de Newton ultrapassam a Educação Básica e enfatizam que muitos estudantes estão terminando essa etapa de ensino sem os conhecimentos mínimos necessários, ingressando ao ensino superior carregados de concepções alternativas sobre o tema.

Essas lacunas de aprendizagem carregada pelos estudantes na disciplina de Física surgem de inúmeros fatores, Marques (2016) construiu uma proposta diferenciada para o Ensino Fundamental, como uma tentativa de transformar a perspectiva do estudante de Ensino Médio que se apresenta desmotivado e com dificuldade. Evidencia-se a realidade presenciada na escola, os conceitos de Física são deixados de lado nessa etapa de ensino em detrimento dos conceitos biológicos e até químicos. Nesse sentido a formação do professor de Física, disciplinar, é um fator crucial para escolha dos conteúdos ministrados, o que ocorre muitas vezes é a opção do professor enfatizar os aspectos ligados aos conhecimentos de sua formação inicial.

Por fim, observa-se nos trabalhos pesquisados que a mudança de metodologia no ensino de Leis de Newton provocou uma modificação positiva, principalmente, em termos de envolvimento dos estudantes. Nesse sentido, percebe-se algumas características que refletiram diretamente no processo de ensino-aprendizagem e causaram uma evolução em termos de aquisição de conceitos, tais como: o uso de atividades diversificadas e contextualizadas com a realidade dos educandos, o estímulo ao diálogo e a interação do estudante em sala de aula. Nesse contexto, destaca-se que o uso de metodologias que provocam uma maior interação dos estudantes, tornando-os mais ativos, causam mudanças efetivas no contexto de aprender e ensinar, considerando esses aspectos o presente estudo busca enfatizar essas características, elucidadas pela TAS, a qual será discutida no próximo capítulo.

## **2.2 A importância de ensinar as Leis de Newton**

Como discutido anteriormente no capítulo 1, o tema Leis de Newton é de extrema importância para compreender os fenômenos que nos rodeiam cotidianamente. Compreender a complexidade dos fenômenos físicos, nos leva a pensar muito além dos seus conceitos, mas também medir os prós e contras de nossas atitudes e escolhas, como por exemplo, o porquê usar o cinto de segurança é importante. Com isso, para fins de orientar este trabalho foram analisados documentos oficiais sobre o Ensino Médio, em especial o Ensino de Física, entre eles as Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei nº 9697/94 (BRASIL, 1996),

Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999), e as Orientações Curriculares Nacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) aponta entre as finalidades do Ensino Médio, o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico, e ainda a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática (BRASIL, 1996).

Nessa direção os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), enfatizam que a formação do aluno deve ter como foco a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas, propondo uma formação geral que considere o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las, além do desenvolvimento da capacidade de aprender, criar, formular, ao invés da memorização. Nessa perspectiva, objetivo da escola está centrado na formação cidadã do aluno, sendo então seu papel social desenvolver a capacidade dos estudantes de compreender a importância do conhecimento e saber encontrá-lo (BRASIL, 1996). Logo, a escola deve ser pautada na construção de habilidades que permitam ao jovem conviver na sociedade e autonomia para aprender novos conhecimentos.

Em relação ao ensino de Física em Ensino médio, os PCN+ (BRASIL, 2002), levantam dois aspectos importantes: valor cultural e fomentação a compreensão do mundo. Ou seja, a Física deve contribuir para o desenvolvimento de uma cultura científica que permita a interpretação de fatos e fenômenos, observando-os através da sua dimensão histórica e social explicitando que estão sob contínuas transformações.

Nesse contexto, os PCN+ (BRASIL, 2002) salientam o papel da Física para o desenvolvimento do espírito investigativo, como uma competência a ser fortalecida entre os estudantes com vistas a fomentar a formação de um estudante questionador com desejo de conhecer o mundo em que habita.

No que tange a proposta curricular, os PCN (BRASIL, 1999) estabelecem quatro eixos estruturantes, apontados pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), como diretrizes gerais: a aprender a conhecer, aprender a fazer, a aprender a viver e aprender ser. Nesse sentido, o conhecimento escolar pode propiciar ao aluno um desenvolvimento total para além do domínio da teoria que possibilite aos estudantes aprofundamento em áreas diversas e sua educação permanente, o desenvolvimento de habilidades, bem como o seu desenvolvimento social.

Nesse contexto, é necessário compreender que a Física ensinada na escola não é destinada à formação de profissionais na área, mas sim de propiciar contato com conhecimentos que possam ser úteis para o dia-a-dia do estudante e que o permita compreender os fenômenos que os rodeiam.

Logo, a escolha dos conteúdos torna-se uma tarefa árdua para o professor: De que maneira abordar conceitos físicos em sala de aula para atingir o objetivo de uma formação integral? Os PCN+ apontam que, na maioria das vezes, a escolha dos conteúdos baseia-se apenas na estrutura da Física, sem se preocupar com a questão da formação do estudante, ou seja, nos referenciamos no ‘o que ensinar de física’, quando deveríamos nos referenciar no ‘para que ensinar física’. O foco seria o desenvolvimento de competências para que os discentes se tornem capazes de enfrentar situações reais do seu cotidiano. Assim, o ponto central da ação pedagógica são as competências, e essas se desenvolvem por meio de ações concretas, que se referem a conhecimentos ou temas de estudos.

Nessa perspectiva, os PCN+ trazem seis temas estruturantes para organizar o ensino de Física: Movimentos, variações e conservações; Calor, ambiente e usos de energia; Som, imagem e informação; Equipamentos elétricos e telecomunicações; Matéria e radiação e Universo; Terra e vida.

Com relação ao tema Movimentos, variações e conservações, os PCN+, enfatizam que o seu objetivo é desenvolver competências para lidar com problemas práticos, concretos, ao mesmo tempo em que propicia a compreensão de leis. Também deve conscientizar os estudantes em relação aos aspectos da evolução tecnológica relacionada às formas de transporte ou do aumento da capacidade de produção do ser humano.

Nesses aspectos, as Leis de Newton se destacam por estarem presentes em diversas situações cotidianas. A necessidade do uso de cinto de segurança, por exemplo, para evitar que nosso corpo permaneça em movimento durante uma colisão é um perfeito exemplo da aplicação do conceito de inércia.

Na indústria os veículos automotivos, principalmente carros de corrida, são construídos de materiais mais leves e motores mais potentes a fim de produzir uma maior aceleração, destacando o princípio Fundamental da Dinâmica.

O próprio fato de podermos caminhar, está relacionado às Leis de Newton, mais especificamente ao princípio de ação e reação, pois ao exercemos uma força sob o chão com nossos pés para trás, o chão reage, exercendo uma força para frente sob os nossos pés.

Evidencia-se que ao compreender os fenômenos presentes em seu dia-a-dia, os estudantes poderão compreender o mundo e os eventos que o cercam e ainda participar mais

criticamente da sociedade em que vive. Com isso, o conteúdo desenvolvido torna-se um meio, uma ferramenta para um objetivo maior, que consiste em compreender a abrangência das ciências, suas transformações e sua influência em nossas vidas, para tanto a maneira como o processo de aprender é conduzido torna-se essencial para atingir tais objetivos.

Nesse sentido, salienta-se a necessidade da escola buscar maneiras de desenvolver nos estudantes as competências necessárias para que possam agir como cidadãos responsáveis e crítico, promovendo uma formação integral do aluno. Para tanto, é importante pequenas mudanças no processo ensino-aprendizagem, em especial no contexto de sala de aula, resgatando ações que desenvolvam competências ao invés da memorização de conceitos.

### **3 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E AS ATIVIDADES UTILIZADAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

O presente capítulo apresenta as ferramentas que subsidiam e fundamentam a sequência didática. O objetivo é discorrer sobre os pressupostos teóricos da TAS, diferenciando os conceitos de Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica. Além disso, apresenta uma discussão sobre a importância das atividades como: atividades experimentais, leituras e jogos didáticos para o ensino de Física.

#### **3.1 Teoria da Aprendizagem Significativa**

A TAS está baseada no cognitivismo, ou seja, seu estudo está centrado na mente humana e em como ela constrói o conhecimento. Ausubel, considerado a maior referência nessa perspectiva teórica, defende a promoção e o favorecimento da Aprendizagem Significativa, conceituado por ele como um processo onde uma nova informação interage, na estrutura cognitiva do aluno, com conhecimentos já preexistentes, os quais o autor denomina subsunçores (MOREIRA, 1999, p. 152). Por estrutura cognitiva, entende-se a organização e hierarquização dos conceitos no cérebro humano, formando ligações dos conceitos específicos aos mais gerais.

Em outras palavras, a Aprendizagem Significativa, como o próprio nome evidencia, é o encontro de significado do novo conceito dentro do universo que o aluno já conhece, ou seja, através dos seus subsunçores. Esses exercem um papel muito importante como ancoradouro da nova aprendizagem, pois, à medida que novos conhecimentos são adquiridos, ocorre de maneira mais simples as conexões necessárias para a aprendizagem.

Sobressai-se que o subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborado em termos de significados, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento ele próprio se modifica adquirindo novos significados (MOREIRA, 2012). Por outro lado, ao aprender algo de maneira que não se relaciona aos subsunçores, ou mesmo quando inexistem conhecimentos prévios relacionáveis, gera-se uma aprendizagem mecânica, conceituada por Ausubel como:

[...] a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada. O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos (MOREIRA, 1999, p. 154).

Moreira (1999) destaca a Aprendizagem Significativa como foco do ensino-aprendizagem, pois ela apresenta muitos aspectos positivos em relação à aprendizagem mecânica, uma vez que é mais duradoura e é transferível. Ou seja, aprender significativamente consiste em aplicar o conhecimento em situações diferentes da situação inicial de aprendizagem. Destaca-se que esse conhecimento permanece retido na estrutura cognitiva do aluno, além das avaliações escolares. Já a aprendizagem mecânica constitui-se no aprender sem saber o porquê e para que, restrito, muitas vezes, a determinadas situações escolares e facilmente esquecida. Nesse sentido, o objetivo do professor ao abordar conceitos deve ser a Aprendizagem Significativa.

Porém, esse fato não torna a Aprendizagem Mecânica a vilã do processo ensino-aprendizagem, de acordo com os conceitos apresentados anteriormente, a Aprendizagem Significativa é a interação entre a informação nova e os subsunçores. Considerando esses aspectos, pode-se identificar que, em alguns casos, a aprendizagem inicialmente mecânica é necessária e pode posteriormente, conduzir o estudante para uma Aprendizagem Significativa. De acordo com Darroz et al (2015):

Para Ausubel, essas duas formas de aprendizagem se complementam na medida em que a segunda pode levar à primeira. Os subsunçores são adquiridos por um processo de formação de conceitos que se inicia no nascimento, no entanto, pode ocorrer a ausência de subsunçores para determinados assuntos. Nesse caso, a aprendizagem mecânica é necessária, pois ela ocorrerá até que alguns elementos de conhecimento relevantes em uma determinada área existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores.

Segundo Moreira, podem ser estabelecidos três tipos de aprendizagem significativa: aprendizagem subordinada, aprendizagem superordenada e combinatória, definidas de acordo com a maneira com que a nova ideia se associa ao subsunçor (MOREIRA, 1999). A aprendizagem subordinada ocorre quando o novo conceito interage com um subsunçor já existente. De acordo com Prass (2012), este processo pode ocorrer de maneira derivativa, quando o que se aprende é mais um exemplo daquilo que já se sabe, não trazendo qualquer alteração para a ideia mais geral à qual está relacionado, ou de maneira correlativa quando a nova ideia que se aprende é um exemplo que alarga o significado de algo que já se sabe.

A aprendizagem superordenada é quando aprendemos um conceito que é mais abrangente que o subsunçor. Já a aprendizagem combinatória é conceituada por Braga como:

[...] a nova informação não está hierarquicamente nem acima e nem abaixo da ideia já existente na estrutura cognitiva à qual ela se relacionou de forma não arbitrária e lógica. Este tipo de aprendizagem é de grande importância, por exemplo, quando, para o ensino de um determinado conceito, se faz uso de analogias. Neste caso, a nova ideia não é exemplo nem generalização do conceito, proposição ou ideia que lhe serviu como âncora, muito embora esta seja necessária para lhe dar sentido (2010, p. 27).

De acordo com Moreira (1999), a aprendizagem pode se processar de duas maneiras distintas: por recepção, quando o novo conceito é apresentado na sua forma final, devendo o estudante internalizá-lo, ou por descoberta, que implica descobrir algo sobre o que vai aprender. Para o autor, aprender por recepção não significa aprender passivamente, destaca que, de modo geral, não é preciso descobrir para aprender significativamente, apesar de ser uma maneira de motivar as estudantes. Ressalta que, o ensino centrado no aluno não é sinônimo de aprendizagem por descoberta e aprendizagem por descoberta não leva necessariamente à aprendizagem significativa.

Considerando esses aspectos, verifica-se que a maneira de conduzir a aprendizagem, por recepção ou descoberta, não é o ponto central da Aprendizagem Significativa, pois sua existência depende de algumas condições. Portanto, elucida-se que o trabalho do professor deve ter foco nos meios de facilitar essa aprendizagem, seja por meio de atividades que possibilitem ao aluno ‘descobrir’ novos conceitos, ou através do processo de recepção, como por meio de uma leitura articulada a um debate, onde o estudante possa reorganizar conceitos e confrontá-los.

Dentro desse contexto, considerando a importância da abordagem do professor para conduzir o processo de ensino-aprendizagem com foco na aprendizagem significativa, a TAS elucida 3 aspectos necessários para que ela ocorra:

- *primeiro*: que o aprendiz tenha subsunçores relevantes em sua estrutura cognitiva para ancorar os novos conceitos.
- *segundo*: material potencialmente significativo: novos conceitos devem estar organizados de maneira não arbitrária e que seja relacionável com a estrutura cognitiva do estudante, ou seja, com seus subsunçores. Esse aspecto destaca um dos pontos chaves da TAS: “[...] o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL, 1968, apud MOREIRA, 1999, p. 163).
- *terceiro*: é a disposição do aprendiz em relacionar esse novo conceito.

Com relação aos subsunçores, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios que tem como função servir de ponte entre o que aprendiz já sabe e o que será ensinado, ou seja, facilitam a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas” (MOREIRA, 2012).

Os organizadores prévios são materiais introdutórios, apresentados antes do novo conceito, possuem certo nível de abstração, generalidade e exclusividade e têm papel importante também, na ausência de subsunçores, podendo ajudar a estabelecê-los (MOREIRA, 1999). Para tanto, utiliza-se de forma generalista aquilo que será ensinado, mas sem expor os

novos conceitos. Sobre isso, Moreira e Masini (2011, p. 22) colocam que: “no caso do material totalmente não familiar, um organizador explicativo é usado para promover subsunções relevantes aproximados”.

Com isso, surge o seguinte questionamento: Como utilizar os organizadores prévios? Pode-se utilizar diversas atividades como organizadores prévios, tais como: simulações computacionais, demonstrações, vídeos, textos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino e etc. O objetivo é criar pontes cognitivas. Nesse momento inicial, torna-se importante dar espaço para os estudantes expressarem seus conhecimentos, pois iriam subsidiar as futuras aprendizagens.

Com relação ao material potencialmente significativo, frequentemente os professores se questionam em como tornar os conceitos facilmente relacionáveis para seus alunos. Nesse caso, utilizar um material potencialmente significativo refere-se em organizar de tal maneira os conceitos abordados, os instrumentos e as atividades, com o objetivo de tornar o processo de ensino-aprendizagem mais fácil, considerando os aspectos cognitivos dos estudantes.

Para tal, além do uso dos organizadores prévios como materiais introdutórios, Moreira (1999) destaca alguns princípios para auxiliar a prática docente na construção do material potencialmente significativo, são eles: a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação.

A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunção resultante da sucessiva utilização desse para dar significado a novos conhecimentos. Em termos didáticos, os conceitos devem ser trabalhados de maneira que sejam apresentados primeiramente os conceitos mais gerais, e em seguida, progressivamente, os conceitos mais específicos. Por exemplo, o aluno deve compreender o conceito de Força, para posteriormente, compreender o conceito de Força Gravitacional, mais específico.

A reconciliação integradora acontece em concomitância com a diferenciação progressiva, trata-se de relacionar e diferenciar os conceitos apresentados:

Diz respeito à forma com que se relacionam as ideias a serem apresentadas para o aluno, e como estas serão relacionadas por ele na sua estrutura cognitiva. O foco está na possibilidade de que eventuais semelhanças, diferenças e contradições não sejam devidamente trabalhadas ou elucidadas, de modo que o estudante pode deixar de fazer algumas ‘conexões’ interessantes, faze-las erroneamente ou perdê-las com o tempo (PRASS, 2012, p. 33).

A organização sequencial, de acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980), é a disposição sucessiva dos tópicos ou unidades a serem abordados, afim de facilitar o processo

de compreensão dos conteúdos. Já a consolidação consiste em apresentar novos conceitos quando os anteriores estiverem totalmente compreendidos. Considerando que é necessário subsunções relevantes para estabelecer uma Aprendizagem Significativa, é importante que os conceitos aprendidos se consolidem na estrutura cognitiva do aluno. Na escola, nem sempre, o tempo de consolidação é respeitado, devido à falta de tempo e a extensão de conteúdos a serem trabalhados. Com isso, gera-se um efeito dominó, no qual as dificuldades acabam somando-se, tornando mais difícil a aprendizagem dos conceitos subsequentes.

Com relação a disposição do aprendiz, Ausubel ressalta o papel de decisão do estudante em aprender significativamente ou apenas memorizar (MOREIRA, 1999). Porém, essa escolha está condicionada a vários fatores que influenciam certo tipo de comportamento, como os aspectos cognitivos, ausência de subsunções, subsunções ‘pobres’ ou até mesmo problemas relacionados à aprendizagem.

Destaca-se que outro fator que influencia essa escolha é uma aula que não despertam o interesse do aluno, não o motiva, não o leva a pensar, apenas conduz a reprodução de respostas, bem como avaliações padronizadas. Logo, verifica-se uma tendência de repetição desse comportamento, por parte do estudante que compreende que memorizar é o suficiente. Prass (2012, p. 31), afirma que:

Mesmo que o material (ou a aula) seja potencialmente significativo para o estudante, ele pode optar por simplesmente decorá-lo (aprendizado mecânico). Vários fatores podem levar o estudante a este tipo de postura, desde o fato de estar acostumado com aulas e avaliações que exigem respostas idênticas a um gabarito pouco flexível e alheio às suas características individuais (como maturidade matemática e estilo de redação), até o fato de não ter tempo, estímulo ou material adequado para uma aprendizagem significativa.

Considerando esses fatores e os princípios para construir um material potencialmente significativo, pode-se utilizar nas aulas, atividades que propiciem maior envolvimento dos estudantes e que envolvam refletir e conseqüentemente estabelecer conexões entre aquilo que ele conhece e o que vai aprender, buscando contextualizações, visando facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, também deve-se repensar no processo de avaliação, pois ao objetivar uma Aprendizagem Significativa, questões engessadas e avaliações padronizadas não apresentam-se como a maneira mais efetiva de avaliação. Deve-se observar que avaliação da Aprendizagem Significativa tem um foco diferente, porque o que deve ser avaliado é compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento para situações não-rotineiras (MOREIRA, 2012).

Ausubel propõe formular questões e problemas de uma maneira nova e não familiar que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido. Para ele, testes de compreensão devem, no mínimo, ser escritos de maneira diferente e apresentados em um contexto, de certa forma, diferente daquele, originalmente, encontrado no material instrucional (AQUINO FILHO; MACHADO; AMARAL, 2015).

As situações novas não devem ser propostas apenas no momento de avaliação, mas em todo o processo de aprendizagem, de maneira gradativa. No que refere-se a avaliação, esta deve ser formativa, ou seja, não se limitar a uma avaliação final, mas ocorrer ao longo do processo de ensino-aprendizagem e, também, ela deve ser recursiva, ou seja, os erros dos alunos não devem ser ignorados, mas utilizados como um potencializador.

Nesse sentido, o presente estudo apresenta uma sequência didática estruturada de acordo com os aspectos mais relevantes da TAS, entre eles, os princípios de diferenciação progressiva, reconciliação integradora, organização sequencial e consolidação na estruturação das aulas e, principalmente, nos momentos expositivos.

Em relação ao tema Leis de Newton, percebe-se que os alunos apresentam inúmeras concepções, ideias relacionadas ao assunto fruto do seu próprio cotidiano. Por isso, utilizou-se de organizadores prévios com o intuito de promover momentos onde os estudantes pudessem resgatar e expor esses conhecimentos.

Durante as aulas foram propostas situações problemas de maneira progressiva. Desse modo, foi necessário buscar uma série de atividade que envolvessem os estudantes, colocando-os em um papel mais ativo na sala de aula. Com isso, apoiou-se em atividades experimentais, leituras e jogos sobre os quais é discutido a seguir.

### **3.2 Atividades experimentais**

Ao refletir sobre a Aprendizagem Significativa, conseqüentemente, pondera-se sobre metodologias. Apesar das contribuições das aulas expositivas, dos momentos de diálogo entre professor aluno, é necessário buscar atividades em sala de aula em que os estudantes possam ser ativos no processo de aprendizagem. Nesse sentido, as atividades experimentais têm um papel fundamental, em especial no ensino de Física.

Apesar de pouco presente nas aulas de Física, os professores em sua maioria, reconhecem e afirmam a importância dessas atividades serem desenvolvidas. Além de motivar os estudantes, as atividades experimentais são consideradas uma característica indissociável do ensino de Ciências, logo, da Física. Nesse sentido, as aulas experimentais

vêm ao encontro dos objetivos de um ensino com um foco de alfabetização científica, desenvolvendo a criticidade.

Percebe-se que a necessidade desse olhar metodológico é ainda mais evidente na sociedade atual, pois há uma demanda de pessoas, cidadãos, profissionais alfabetizados cientificamente, que saibam usar da tecnologia e também compreendem a importância da Ciência para sua construção.

Borges considera as aulas de laboratório contextualizadoras e afirma que: “Descartar a possibilidade de que os laboratórios têm um papel importante no ensino de Ciências significa destituir o conhecimento científico de seu contexto, reduzindo-o a um sistema abstrato de definições, leis e fórmulas” (2006, p. 35).

Rosa (2003) destaca que a Física tem na experimentação um forte aliado na busca por desvelar esta natureza e que a experimentação sempre esteve presente como coadjuvante no processo evolutivo da disciplina, mostrando ao longo da história o seu *status* de ciência da experiência.

O uso de atividades experimentais numa sequência didática com perspectiva na Aprendizagem Significativa, gera a necessidade de uma reflexão mais profunda sobre sua utilização. Ausubel aponta que situações novas devem ser trabalhadas frequentemente e não apenas na avaliação. Nesse caso, iniciar uma aula experimental colocando uma situação-problema pode tornar-se uma maneira mais efetiva de explorar as potencialidades dessa atividade do que a comparação de dados numéricos ou medidas.

Rosa (2003) ressalva que apesar de perceptível a contribuição das atividades experimentais para o processo ensino-aprendizagem em Física, é necessário ter clareza e consciência dos objetivos e estabelecer regras específicas para a sua utilização. Caso contrário, corre-se o risco de que o laboratório didático seja mais uma estratégia de ensino frustrada.

Em outras palavras, a autora destaca que o momento das atividades experimentais deve ser de reflexão do processo ensino-aprendizagem, deve ter objetivos claros, e não se trata apenas de um momento de ‘ilustrar’ as aulas teóricas. Dentro desse contexto, os PCNs (BRASIL, 1998) ressaltam que:

[...] é muito importante que as atividades não se limitem a nomeações e manipulações de vidrarias e reagentes, fora do contexto experimental. É fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes (BRASIL, 1998, p. 122).

Ainda, com relação ao uso das atividades experimentais, enfatiza-se a necessidade do constante questionamento aos alunos. Giani (2010) afirma a importância de planejar atividades experimentais programadas para que o aluno participe ativamente da coleta de dados, análise, discussão e elaboração das hipóteses, ou seja, planejadas para desenvolver habilidades cognitivas.

A autora destaca que a problematização deve ocorrer em todas as etapas e que a resolução de uma situação-problema nem sempre leva a sua solução, nesse caso o importante não é a resposta correta, mas sim o método pelo qual chegou ao resultado: “[...] habitualmente o professor espera que o aluno obtenha um resultado correto. E se acaso isso não aconteça, normalmente, o professor desconsidera todo o processo de construção” (GIANI, 2010, p. 27).

Logo, partir do erro do aluno, questionando-o sobre que caminhos o levaram aquelas conclusões, pode ser ainda mais enriquecedor. Com isso, percebe-se que não somente a avaliação deve ser um processo recursal, mas o ensino como um todo, pois apesar do erro ser frequentemente descartado ele é primordial para aprendizagem, como é apontado por Giani (2010, p. 28):

Quando o aluno é capaz de perceber um erro é porque está atento, analisando as informações transmitidas e comparando-as com seu conhecimento adquirido. Sendo assim, os erros não devem ser ignorados, e sim valorizados para gerar reflexões e possibilitar o uso da capacidade de raciocínio.

Na presente sequência didática, as atividades experimentais foram utilizadas no sentido de promover a problematização, partindo de diferentes situações, com maior ênfase na discussão dos resultados em detrimento de uma análise quantitativa de dados. Para isso, em algumas atividades solicitou-se aos alunos que filmassem o processo e posteriormente discutissem os resultados nos vídeos, objetivando assim a reflexão dos fenômenos.

### **3.3 Leituras**

A Física na escola é frequentemente associada a matemática pelos estudantes. Para alguns Física e Matemática são sinônimos e tem o mesmo objeto de estudo: os números. Sabe-se que hoje, os estudos da disciplina de Física são pautados, na maioria das vezes, na resolução de problemas, tornando-a mais abstrata aos alunos e colaborando para que essa ‘imagem’ seja passada para os estudantes.

No entanto, o uso excessivo de uma única metodologia pode trazer prejuízos aos educandos, visto que não trabalha todas as competências e habilidades necessárias, além de

trazer uma visão limitada do conhecimento. Ricon e Almeida (1991) ressaltam que a leitura é de responsabilidade de todas as disciplinas, evidenciando a autonomia, na busca de novos conhecimentos, adquirida através dela: “Bom leitor, o estudante continuará mais tarde, já fora da escola, a buscar informações necessárias à vida de um cidadão, a checar notícias, a estudar, a se aprofundar num tema, ou, simplesmente, a se dedicar à leitura pelo prazer de ler” (RICON; ALMEIDA, 1991, p. 9).

Além disso, percebe-se a dificuldade dos estudantes na de interpretação acaba refletindo na aprendizagem. Logo, observa-se a importância da leitura para o estudante no desenvolvimento de competências como autonomia, criticidade, interpretação e etc.

No ensino de Física, a leitura também abrange a apropriação de uma linguagem científica, que é essencial para aprendizagem de conceitos. Ou seja, trabalhando a leitura em Física, também pode potencializar a compreensão da linguagem das ciências, termos, conceitos que não são familiares em textos utilizados em língua portuguesa, por exemplo. Como recurso, o professor pode buscar apoio no livro didático, que apresenta uma série de leituras, ou buscar outros meios como revistas, jornais, textos de apoio, texto de divulgação científica, artigos e etc.

Ricon e Almeida (1991) colocam que diferentes tipos de textos literários podem ser usados em aulas de Física, não apenas como motivação, mas para gerar atitudes cuja formação é responsabilidade de todas as disciplinas: sentimentos e emoções desejáveis, curiosidade científica, consciência crítica e etc.

Apesar do papel importante do livro didático para promover a leitura, Ricon e Almeida (1991) perceberam que os alunos do Ensino Médio têm dificuldades para ler textos que restringem as possibilidades de interpretações, como é o caso dos textos presentes nos livros didáticos de Física, que geralmente estão presos a um só significado.

Nesse sentido, a presente sequência didática utiliza-se de textos com o intuito de promover a leitura e conseqüentemente trabalhar a linguagem científica. Para isso, buscou-se textos de fácil entendimento e que abordassem os conceitos de maneira contextualizada. Através da leitura, foram trabalhados os conceitos de massa e peso, os quais causam muitas divergências, sendo utilizados no cotidiano dos alunos como sinônimos, provocando equívocos quanto ao conceito Físico. Após cada leitura, promoveu-se um debate para que os alunos explanassem o que compreenderam e compartilhassem outras situações que envolviam esses conceitos.

### 3.4 Jogos didáticos

Os jogos são utilizados, muitas vezes, como entretenimento. Porém, num jogo são estimuladas inúmeras habilidades como: atenção, concentração, raciocínio, criatividade e etc. Tendo em vista esses aspectos, muitos professores têm utilizado os jogos com objetivos pedagógicos, principalmente, por despertar a atenção dos estudantes, motivando-os a participar das aulas.

No que tange ao processo de ensino-aprendizagem por meios de jogos, Lopes (2011) ressalta que é muito mais eficiente aprender por meio de jogo indiferente da idade. Segundo o autor, o jogo possui componentes do cotidiano e o envolvimento desperta o interesse do jovem aprendiz que se torna sujeito ativo do processo. A confecção dos próprios jogos é ainda muito mais emocionante do que apenas jogar.

Percebe-se que os jogos didáticos podem ser uma excelente estratégia no ponto de vista da motivação, o que pode potencializar a aprendizagem dos conceitos. Além disso, os jogos estão amplamente ligados a vários aspectos afetivos que também devem ser trabalhados na escola, como o bom convívio, o respeito de regras e o trabalho em grupo.

Esses aspectos afetivos, algumas vezes, são ignorados do ponto de vista da aprendizagem, porém, são um fator determinante no processo de aprender. Nesse contexto, Ausubel esclarece que o mais relevante é a disposição do aprendiz em aprender, logo os estímulos externos podem contribuir ou se tornar um obstáculo.

Uma maneira de estímulo pode ser o uso de atividades que exijam que os estudantes reflitam ao invés da memorização. No sentido do obstáculo, o mau convívio pode causar apatia entre os estudantes, afastamento, vergonha ou medo, dificultando a aprendizagem. Logo, fica claro que trabalhar os aspectos afetivos são de suma importância e o usar jogos na sala de aula pode ser uma maneira de contribuir nessa questão.

Pereira (2009) afirma que o jogo é uma atividade rica e de grande efeito que responde às necessidades lúdicas, intelectuais e afetivas, estimulando a vida social e representando, assim, importante contribuição na aprendizagem. Uma das características mais importantes é a sua separação da vida cotidiana, constituindo-se em um espaço fechado com regras próprias definidas, que, durante o jogo, não tem consequências no mundo exterior. Porém, essa experiência enriquecedora é absorvida pelos participantes e pode refletir no mundo exterior de maneira muito positiva.

Entretanto, o sucesso dessa atividade depende do planejamento, ou seja, o jogo quando bem conduzido pode trazer contribuições aos estudantes em relação a aprendizagem e também aos aspectos sociais, mas não deve ser tratado apenas como momento de diversão.

Nesse sentido, muitas vezes surge a dúvida: quando usar o jogo didático? Para responder esse questionamento é necessário estabelecer qual o nível de aprofundamento em relação ao conteúdo que o jogo exige. Se não depende de nenhum conhecimento inicial, pode ser usado como organizador prévio, já se exige conhecimento então poderá ser usado após a abordagem do conteúdo.

Na presente sequência didática o jogo Torre de inércia foi utilizado como organizador prévio, o objetivo era resgatar os conhecimentos prévios, aplicado a uma situação comum, e realizar pontes cognitivas para subsidiar a introdução do conceito de inércia. Já o jogo Desafio Leis de Newton foi utilizado ao final, com o objetivo de estabelecer a reconciliação integradora.

## **4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE LEIS DE NEWTON**

O presente capítulo objetiva descrever a sequência didática e os detalhes da sua aplicação com uma turma de primeira série do Ensino Médio. Para tanto, está organizado de modo a inicialmente descrever a sequência didática e, em seguida, as características da escola e da turma selecionadas para a sua aplicação. Posteriormente, expõe-se o programa da aplicação da sequência didática e, ao final, descrevem-se os encontros realizados.

### **4.1 Sequência didática Leis de Newton**

A presente proposta de sequência didática partiu da necessidade de estimular uma aprendizagem efetiva que envolva os estudantes durante todo o processo, tornando-os sujeitos de seu próprio conhecimento. Nesse sentido, buscou-se aproximar o contexto diário dos estudantes com os conceitos apresentados. Para isso, a sequência foi desenvolvida no viés da TAS e tem entre seus princípios desenvolver o diálogo em sala de aula bem como valorizar as experiências vividas pelos estudantes.

Nesse sentido, as atividades propostas iniciaram-se a partir de situações-problema, utilizando-se de uma atividade como organizador prévio com o intuito de ligar os conhecimentos já adquiridos pelos estudantes.

Durante a abordagem dos conceitos, considerou-se os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, ou seja, buscou-se abordar os conceitos gerais, em seguida, os conceitos específicos, retomando os aspectos mais importantes, relacionando e diferenciando esses conceitos. Ao final da situação-problema inicial foi lançada aos estudantes novas situações-problema, as quais se apresentam em níveis crescentes de complexidade.

Com o objetivo de envolver os alunos foram utilizadas diversas atividades, como: leituras de textos que resgatam conceitos e a história das ciências, vídeos que abordam situações cotidianas onde se observou os fenômenos físicos estudados, atividades experimentais e jogos didáticos que relacionam as Leis de Newton. Tais atividades foram instrumentos para o debate e auxiliam na discussão dos fenômenos.

#### *4.1.1 Aplicação em sala de aula*

A aplicação da sequência didática ocorreu entre setembro e novembro de 2017, em uma escola pública estadual do município de Passo Fundo/RS que, atualmente, atende cerca de 1070

alunos nos três turnos. Sendo ofertado no diurno, do primeiro ano do Ensino Fundamental a terceira série do Ensino Médio, e no noturno a escola atende a Educação de Jovens e Adultos (EJA) nas modalidades de Ensino Fundamental e Ensino Médio. A escola localiza-se em um bairro de classe média baixa e atende alunos que ali moram, assim como estudantes de alguns bairros próximos e conta com a colaboração de aproximadamente 15 funcionários e 69 professores.

A escola apresenta boa estrutura, com 12 salas de aula, ginásio poliesportivo, laboratório de informática com 20 computadores em situação regular, 30 *netbooks*, *internet*, sala de vídeo, biblioteca e etc. Além disso, conta com laboratório de Ciências que, entretanto, necessita de melhorias como compra de materiais, principalmente relacionados à Física.

O objetivo da escola é promover uma educação integral da criança, do jovem e do adulto, através de um processo educativo que seja eficaz, respeitando a diversidade dos sujeitos que integrarão o processo educacional, efetivando assim a construção do conhecimento e ao mesmo tempo favorecendo o desenvolvimento de indivíduos dinâmicos, criativos, críticos e transformadores, comprometidos com o social e com a cidadania, capacitando-os para o trabalho em equipe, tendo consciência do individual e do coletivo.

Nesse sentido, a escola procura envolver os estudantes com atividades de integração tais como: Feira das Etnias, Feira de Ciências, construção de curtas, jornal da escola, competição de foguetes. Essas e outras atividades são desenvolvidas ao longo do ano letivo, sendo trabalhadas em concomitância aos conteúdos, nas diversas áreas. Como público-alvo da pesquisa definiu-se 25 estudantes, entre 15 e 17 anos, de uma turma da primeira série do Ensino Médio que, em sua maioria, frequentam a mesma escola desde os anos iniciais do Ensino Fundamental.

Com relação ao rendimento escolar, a turma não é homogênea, em sua maioria os alunos apresentam um desempenho mediano, sendo que alguns estudantes apresentam alto ou baixo rendimento. Alguns alunos apresentam muitas faltas durante o ano que prejudicam o acompanhamento dos conteúdos e prejudicam sua aprendizagem.

Referente a disciplina de Física, na qual se desenvolveu a aplicação do produto educacional, a mesma apresenta uma carga horária de 2 períodos semanais, sendo cada período equivalente 50 minutos de aula. Para desenvolver essa pesquisa em tempo hábil, foi necessário utilizar uma carga horária semanal maior, para isso, alguns colegas de outras disciplinas se dispuseram a reorganizar o horário durante o desenvolvimento do trabalho. No total foram realizados 11 encontros, somando 21 períodos, de 50 minutos/aula cada.

#### 4.1.2 O programa da Sequência didática para o ensino das Leis de Newton

A sequência didática foi aplicada em 11 encontros, totalizando 21 períodos de 50 minutos. No Quadro 1 apresenta-se o programa, descreve-se o número de encontros e de períodos dedicados à aplicação da sequência didática, quais as ações relacionadas à TAS e as atividades propostas em cada uma delas.

Quadro 1 - Programa

Encontro	Número de Períodos	Ações Relacionadas à TAS	Atividades Propostas
1	2	Resgate dos conhecimentos prévios	Pré-teste. Vídeos. Questionário. Debate.
2	2	Organizador prévio	Atividade com figuras referente à presença das forças.
		Situação-problema inicial	Questionamento: Onde as forças estão presentes no nosso cotidiano?
		Abordagem do conteúdo (Diferenciação progressiva)	Leitura de textos sobre as forças.
3	3	Discussão do conteúdo (Reconciliação integradora)	Atividade Experimental: Análise do movimento de um bloco em diferentes superfícies.
		Organizador prévio	Jogo: Torre da inércia.
		Situação-problema 2	Questionamento: Como podemos alterar o estado de movimento de um corpo?
4	1	Abordagem do conteúdo (Diferenciação progressiva)	Apresentação expositiva e dialogada utilizando o Power Point.
5	2	Situação-problema 3	Questionamento: Qual a consequência para um corpo que aplica uma força sobre o outro?
		Organizador prévio	Foguetes de balão
		Abordagem do conteúdo (Diferenciação progressiva)	Apresentação expositiva e dialogada utilizando o Power Point.
6	2	Atividade de sistematização (Reconciliação integradora)	Questões para debate em duplas.
7	2	Abordagem do conteúdo (Diferenciação progressiva)	Leitura texto sobre massa e peso
		Atividade de Sistematização (Reconciliação integradora)	Questões e debate
8	2	Organizador prévio	Atividade experimental: Análise do movimento de um bloco submetido a forças diferentes.
		Situação-problema 4	Questionamento: Qual a relação entre força, massa e aceleração?
9	2	Abordagem do conteúdo (Diferenciação progressiva)	Aula expositiva e dialogada: Leitura sobre a segunda Lei de Newton
		Atividade de sistematização (Reconciliação integradora)	Questões e debate Jogo Trilha Leis de Newton
10	2	Avaliação em grupos	Seminário: Apresentação dos alunos
11	1	Avaliação individual	Pós-teste

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

## 4.2 Descrição dos encontros

Na sequência, apresenta-se a descrição das atividades realizadas em cada encontro durante a aplicação da sequência didática proposta. Nesse momento do relato é priorizado os aspectos metodológicos em relação aos conteúdos desenvolvidos, relacionando as atividades com a TAS.

### 4.2.1 Encontro 1

Iniciou-se o primeiro encontro recolhendo os termos de consentimento (Apêndice A), entregue na aula anterior e discutiu-se com os estudantes os objetivos da sequência didática, bem como a importância da participação efetiva e frequência nas aulas. Em seguida, foi aplicado o pré-teste (Apêndice B) com o intuito de verificar os conhecimentos prévios dos educandos sobre Leis de Newton.

Num segundo momento, foi proposto aos alunos que debatessem sobre dois vídeos: *Acidente criança sem cinto de segurança*<sup>4</sup> e *Comercial sobre o uso do cinto de segurança*<sup>5</sup> que abordavam a importância do cinto de segurança, um deles apresentava uma situação de um acidente onde um dos passageiros não usava cinto de segurança, sendo lançado para frente, o outro era um comercial que demonstrava a função e a importância do cinto de segurança. O debate inicial ocorreu em duplas, e depois no grande grupo.

Para fomentar a discussão utilizou-se um questionário com algumas perguntas norteadoras para instigar os estudantes. O objetivo era que os alunos externalizassem seus conhecimentos prévios sobre o tema:

- As pessoas no carro se encontram em movimento ou em repouso em relação à estrada?
- Quando acontece a colisão o que acontece com a pessoa usando o cinto? E com pessoa que não está usando cinto?
- Por que a pessoa que usa o cinto, não é lançada para frente?
- Por que a pessoa que não usa o cinto é lançada?

---

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=6QdA8h29jzw>>. Acesso em: 03 abr. 2017.

<sup>5</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=u-P17ysYsQM&t=7s>>. Acesso em: 03 abr. 2017.

#### 4.2.2 Encontro 2

Neste encontro, a intenção foi debater a presença de forças, para isso utilizou-se como referência a atividade *Onde estão as forças?*<sup>6</sup> (Apêndice C), que consistia em observar algumas figuras entre elas: uma pessoa caindo de paraquedas, uma parede sendo empurrada, uma maçã sob a mesa e uma pessoa caminhando, o objetivo era que os estudantes identificassem as forças presentes usando vetores.

Os alunos analisaram as figuras em duplas. Tal atividade tinha a função de organizador prévio, visando resgatar os subsunçores dos alunos em relação ao conceito de força e sua aplicação no nosso cotidiano, com o objetivo de estabelecer pontes cognitivas entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que vai ser ensinado.

Considerando os conhecimentos resgatados nas atividades anteriores, foi exposto aos alunos como questionamento inicial e com o objetivo de introduzir e instigar os estudantes a discutir o tema que seria abordado nos próximos encontros: “Onde as forças estão presentes no nosso cotidiano?” Tal questionamento surgiu da necessidade de perceber a presença das forças em diversas situações como um bloco em repouso, uma pessoa caminhando, um pássaro no ar e etc.

Para trabalhar a situação-problema e a abordagem do conteúdo, considerando o princípio de diferenciação progressiva elucidado pela TAS, foi usado um texto como referência (Apêndice D), que apresentava várias forças presentes no cotidiano tais como: gravidade, empuxo, força normal, atrito e etc. Após a leitura foi feito um debate no grande grupo, o objetivo era discutir o conceito de força e diferenciar as diversas interações que ocorrem entre os corpos. Por fim, retomou-se a atividade das figuras para verificar as forças presentes em cada situação utilizando a leitura como apoio, para isso, no grande grupo e de maneira colaborativa, cada figura foi analisada, corrigindo os erros e acrescentando as forças que não haviam sido apontadas pelos estudantes.

#### 4.2.3 Encontro 3

Nesse encontro foi proposta a atividade experimental: Análise do movimento de um bloco em diferentes superfícies (Apêndice E), com o objetivo de abordar a existência de forças

---

<sup>6</sup> Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

que se opõem ao movimento, em especial a existência do atrito, retomando as características mais importantes e promovendo a reconciliação integradora.

Organizou-se os alunos formando 4 grupos. Cada grupo recebeu um kit, conforme Figura 1, com fixadores e dois blocos ligados por uma corda, sendo que o bloco apresentava superfícies de porosidades diferentes e, em seguida, foi explicado a montagem do equipamento.

Figura 1 - Registro da atividade: análise do movimento de um bloco em diferentes superfícies



Fonte: arquivo pessoal, 2017.

A atividade experimental consistia em registrar o tempo que o bloco levou para percorrer o trajeto, mudando a superfície do bloco em contato com a mesa em cada análise. Para acompanhar o processo que ocorria muito rapidamente, foi proposto aos alunos que filmassem o experimento e, posteriormente, analisando as filmagens registrassem o tempo em cada situação. Ao fim da atividade, foi realizado um debate sobre o conceito de atrito. Num segundo momento, usou-se o jogo Torre da Inércia (Apêndice F), como um organizador prévio, afim de resgatar os subsunçores dos estudantes relacionadas ao conceito de inércia e criar pontes cognitivas que subsidiariam o novo tema abordado.

O jogo apresentava uma torre formada por blocos de madeira e cartas empilhadas nessa sequência, conforme Figura 2. O objetivo era que os alunos tentassem remover as cartas sem derrubá-la. Em seguida, era montada outra torre usando copos de plástico no lugar de blocos. Ao fim da atividade, foi feito um debate sobre as dificuldades e facilidades encontradas no jogo. Em seguida, uma nova situação-problema, mais complexa, foi apresentada aos estudantes: “Como podemos alterar o estado de movimento de um corpo?” A situação-problema foi utilizada com o intuito de identificar a necessidade da existência de uma força resultante para mudar o estado de movimento de um corpo.

Figura 2 - Torre da Inércia



Fonte: <<https://aulanapratca.wordpress.com/category/demonstracao/>>.

#### 4.2.4 Encontro 4

Nesse encontro, retomou-se a situação-problema anterior como recurso didático foi utilizado uma apresentação de slides usando o PowerPoint, onde foi discutida a primeira Lei de Newton, apresentando novas situações relacionadas ao conceito de inércia. O objetivo era abordar os conceitos de maneira significativa e, para isso, iniciou-se a apresentação questionando os estudantes sobre situações relativas ao movimento de corpos:

- a) O que faz um corpo cair em direção à Terra?
- b) Por que os objetos começam a se mover?
- c) O que faz com que um corpo deixe de exercer um movimento?
- d) O que faz com que um objeto em movimento altere a sua velocidade?

Considerando o princípio de diferenciação, retomou-se o conceito de força já trabalhado nas aulas anteriores, ampliando a discussão e diferenciando do conceito de força resultante, abordou-se também a existência de forças de contato e forças de campo, bem como, situações onde a força resultante é nula. Nesse sentido, foi exposto o conceito de inércia, como sua relação com a massa, expondo exemplos cotidianos onde pode-se observar tal fenômeno, além do conceito de referencial inercial.

#### 4.2.5 Encontro 5

Nesse encontro, o objetivo era discutir o conceito de Ação e Reação. Iniciou-se com um novo questionamento: Qual a consequência para um corpo que aplica uma força sobre outro?

Para iniciar a discussão dos estudantes acerca do tema, a turma foi dividida em grupos de 3 integrantes, conforme Figura 3, que recebeu o material para confeccionar os foguetes em balão (Apêndice G). O objetivo era observar que um corpo que aplica uma força recebe uma força de reação de mesma intensidade, mesma direção e sentido contrário. Após a construção dos foguetes os grupos efetuaram os lançamentos, mudando em cada lançamento a quantidade de ar do balão.

Figura 3 - Divisão da turma em grupos de 3 alunos



Fonte: arquivo pessoal, 2017.

Nesse encontro, foi combinado com os estudantes a data de uma das avaliações que consistiria em um seminário de apresentação final. Para isso, os estudantes foram organizados em grupos e realizou-se um sorteio para definir o assunto. Cada grupo ficou responsável por fazer uma explanação sobre uma das Leis de Newton, sendo um dos grupos encarregado de pesquisar sobre a bibliografia de Issac Newton. O objetivo era que os estudantes com base nos temas abordados nas aulas, buscassem novas situações cotidianas que envolvessem as Leis de Newton, podendo, para isso, usar diversos recursos, como cartazes, experimentos, vídeos, Power Point e etc.

Depois da organização das apresentações, finalizou-se a discussão sobre Ação e Reação com uma explanação usando como recurso o PowerPoint, o objetivo era aprofundar o entendimento dos estudantes sobre esse conceito, apresentando as diferenças e as semelhanças entre a força de Ação e Reação, bem como situações onde pode-se observar este princípio, considerando a diferenciação progressiva.

#### 4.2.6 Encontro 6

Nesse encontro, os alunos receberam algumas questões para responderem em grupos (Apêndice H), oportunizando que refletissem e retomassem os aspectos mais importantes dos conteúdos abordados, ou seja, possibilitando a reconciliação integradora. Para atender a tal objetivo foram selecionadas questões contextualizadas, que instigassem o debate entre os estudantes, ao invés de dar ênfase a problemas matemáticos.

Além disso, permitiu ao docente verificar possíveis dificuldades na compreensão dos conceitos estudados. Nesse sentido, considerando o princípio de consolidação, as atividades de sistematização são importantes para observar possíveis dificuldades e auxiliar o professor na construção estratégias para saná-las.

Estava previsto para esse encontro um momento de debate sobre as questões propostas atividade, mas o tempo não foi suficiente, por isso, foi combinado com os estudantes que o fechamento da atividade aconteceria no próximo encontro.

#### 4.2.7 Encontro 7

No início do encontro, foi realizada a correção das questões da aula anterior, sendo reexplicadas as que geraram maiores dúvidas, retomando os princípios já estudados. Posteriormente, os alunos receberam um texto para leitura que abordava os conceitos de peso e massa (Apêndice I).

Considerando o princípio da organização sequencial, os conceitos devem ser trabalhados de maneira a facilitar o entendimento. Logo, o objetivo desse encontro era discutir e diferenciar os conceitos de peso e massa, que são essenciais para compreensão da Segunda Lei de Newton, que seria trabalhada a seguir. Ressalta-se que tais conceitos já haviam sido trabalhados em outros momentos antes da sequência didática, porém, era possível perceber que os estudantes ainda apresentavam dificuldades.

Em seguida, os estudantes discutiram a respeito da leitura em duplas. Utilizando o quadro, foi feita a diferenciação dos conceitos, apontando as características de um deles, apresentadas ao longo do texto. Como exemplo, foi efetuado o cálculo do peso de um corpo na Terra e na Lua a fim de verificar a diferença entre os valores e ressaltar a influência da aceleração gravitacional sobre o corpo.

Por fim, os estudantes responderam um pequeno questionário sobre o texto (Apêndice J) com o objetivo de discutir e ressaltar os aspectos mais importantes dos conceitos abordados,

possibilitando a reconciliação integradora. Devido ao tempo insuficiente, a correção do questionário foi adiada para o próximo encontro.

#### *4.2.8 Encontro 8*

No primeiro momento, foi feita a correção do questionário da aula anterior. No segundo momento, foi proposta uma atividade experimental: Análise de um movimento de um bloco submetido a forças diferentes (Apêndice K) devido a necessidade de estabelecer os organizadores prévios para abordagem da Segunda Lei de Newton, o objetivo era observar que aumento da força resultante gera uma maior aceleração.

Para atividade, organizou-se a turma em 4 grupos, cada grupo recebeu o mesmo kit da atividade experimental anterior, acrescido de pequenas massas. O objetivo da atividade era registrar o tempo do bloco para percorrer o trajeto, aumentando a massa do bloco em movimento em cada nova situação. Nessa atividade, os discentes também filmaram o processo.

Após a finalização do registro dos dados, foram discutidas com toda a turma, as mudanças de aceleração ocorridas em cada situação, cada grupo registrou no quadro os dados obtidos. No segundo momento foi lançado aos estudantes a última situação-problema da sequência didática: “Qual a relação entre força, massa e aceleração?”

Usando os dados alcançados na atividade experimental, foi realizado um momento de conversa com os estudantes a respeito da Segunda Lei de Newton. Por fim, para aprofundar a discussão dos conceitos, foi entregue aos estudantes um texto, o qual seria trabalhado na próxima aula.

#### *4.2.9 Encontro 9*

Nesse encontro, os alunos realizaram uma leitura sobre a Segunda Lei de Newton (Apêndice L), que apresentava o seguinte questionamento: “Que carro acelera mais?” O texto apresentava um comparativo de três modelos de carro com diferentes potências e massas, resultando num tempo de aceleração diferente para cada veículo. O objetivo da leitura era discutir e promover uma discussão mais aprofundada sobre a relação entre massa, força e aceleração, retomando os aspectos evidenciados na atividade experimental da aula anterior que permitiu observar a relação da força e a aceleração. Num segundo momento, os estudantes responderam sobre algumas questões (Apêndice M) a respeito dos conceitos abordados, que em seguida, foram discutidas no grande grupo.

Por fim, como atividade final de sistematização e com o objetivo de retomar os aspectos mais importantes e promover um momento de reconciliação integradora, foi proposto aos alunos o jogo trilha Leis de Newton (Apêndice N). O jogo apresentava uma trilha com diversos desafios durante o trajeto, para cada desafio havia uma pergunta relacionada aos conceitos estudados, cada acerto ou erro, gerava uma consequência. A Figura 4 retrata os alunos jogando.

Figura 4 - Registro da Atividade: Trilha Leis de Newton



Fonte: pesquisa, 2017.

#### 4.2.10 Encontro 10

Nesse encontro, cada grupo realizou sua apresentação sobre uma das Leis de Newton. As apresentações foram elaboradas pelos estudantes em casa com o objetivo de promover um momento de compartilhamento de ideias. Para isso, com base nos temas abordados nas aulas, os estudantes deveriam buscar novas situações cotidianas que envolvessem as Leis de Newton, explicando onde esses conceitos se aplicam a nossa vida cotidiana, podendo usar na apresentação diversos recursos, como: cartazes, experimentos, vídeos, PowerPoint e etc. Além dos conceitos abordados, um dos grupos apresentou a bibliografia de Issac Newton.

#### 4.2.11 Encontro 11

Esse encontro foi o momento de avaliação final, onde os estudantes responderam ao pós-teste (Apêndice O) que trazia novas situações sobre os conceitos estudados. Na avaliação dessa sequência didática buscou-se indícios de Aprendizagem Significativa, considerando a capacidade dos estudantes em explicar e utilizar os conceitos aprendidos em uma nova

situação-problema. Nesse sentido, além da avaliação final (pós-teste) e do pré-teste, que permitiram observar a evolução dos conceitos, a avaliação também ocorreu de forma contínua, mediante acompanhamento do desenvolvimento das outras atividades propostas na sequência didática. Cabe ressaltar que os estudantes não foram avaliados apenas nos aspectos cognitivos, mas, também, em todos os aspectos formativos relevantes na construção da aprendizagem, mediante a observação da postura e participação nas atividades em aula e extraclasse.

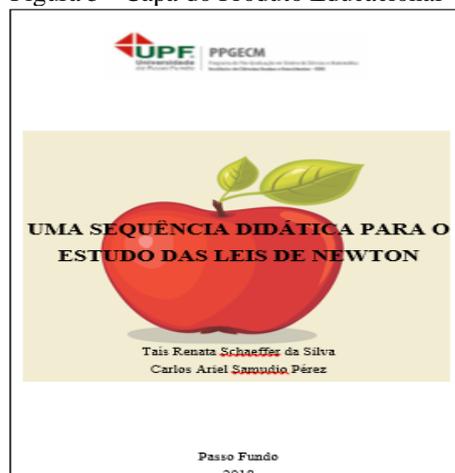
### 4.3 Produto educacional

Os estudos desenvolvidos proporcionaram desenvolver um produto educacional, o qual acompanha essa dissertação e é destinado à aplicação na educação básica. O material foi pensado de modo que outros docentes possam se beneficiar do mesmo e assim implementar melhorias na aprendizagem dos educandos.

A fundamentação teórica foi desenvolvida a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, tendo sido desenvolvidos onze encontros com os alunos de uma turma do primeiro ano do Ensino Médio, a sequência didática coletou informações por meio de um pré-teste, de um pós-teste e do Diário de Bordo. Essas informações foram analisadas seguindo a proposta de Bardin (2004).

O produto educacional produzido foi denominado “Uma sequência didática para o estudo das Leis de Newton” e está disponível em formato digital (arquivo pdf) para acesso livre no eduCapes - portal de objetos educacionais abertos. O endereço de acesso do material é <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/206802>>. A Figura 5 apresenta a capa desse material, o qual prima por linguagem e diagramação acessível.

Figura 5 - Capa do Produto Educacional



Fonte: arquivo pessoal, 2017.

## 5 PESQUISA

O presente capítulo tem por objetivo descrever a pesquisa realizada durante a aplicação da sequência didática proposta, de modo a avaliar sua pertinência em termos didáticos. Além disso, busca-se responder o questionamento inicial deste estudo: Quais as potencialidades e os limites de uma sequência didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa para a abordagem das Leis de Newton no Ensino Médio?

Para tanto, o presente capítulo apresenta os aspectos metodológicos da pesquisa e os instrumentos utilizados para coleta dos dados e, por fim, os resultados da investigação.

### 5.1 Aspectos Metodológicos

A presente pesquisa constitui-se de um estudo do tipo pesquisa-ação, ou seja, parte-se de um problema social que será investigado através da própria prática do pesquisador (GIL, 1999, p. 31).

Quanto à abordagem, o presente estudo caracteriza-se com qualitativo, definida por Gerhardt e Silveira (2006, p. 31), como: “A pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc.” ressalta ainda que “A pesquisa qualitativa preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais” (GERHARDT; SILVEIRA, 2006, p. 31).

A pesquisa qualitativa preocupa-se com todo o desenvolvimento do processo, não focando apenas no produto final, além disso, possibilita a verificação de dados que dificilmente poderiam ser quantificados, o que torna a análise mais enriquecedora e vem ao encontro do questionamento inicial desta pesquisa: Quais as potencialidades e os limites de uma sequência didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa para a abordagem das Leis de Newton no Ensino Médio? Ou seja, este estudo, além da busca por indícios de Aprendizagem Significativa, se preocupa também com a análise de possíveis mudanças comportamentais dos alunos. Para tanto, recorre-se ao uso de instrumentos para coleta de dados: pré-teste e pós-teste e o Diário de Bordo.

O pré-teste (Apêndice B) e pós-teste (Apêndice O) são constituídos de questões que relacionam os mesmos conceitos, porém apresentam problemas diferentes. O objetivo é apresentar novas situações, pois de acordo com Ausubel, é uma maneira de obter indícios de

Aprendizagem Significativa. Nesse sentido, deve-se lembrar que: a avaliação da Aprendizagem Significativa foca na compreensão, captação de significado sob novas situações.

O Diário de Bordo consiste no registro feito pelo professor no decorrer das aulas. Zabalza (2004) conceitua os diários como: “documentos em que os professores e professoras anotam suas impressões sobre o que vai acontecendo em suas aulas” (ZABALZA, 2004, p. 13).

Em relação ao uso dos diários como instrumento de pesquisa Zabalza (2004), destaca que sua contribuição deve ser analisada considerando suas características próprias, sendo um recurso que oferece um registro amplo e variado de informações, desde dados para análise, descrições para reflexões, extratos de documentos para interpretações pessoais e até narrações sobre fatos passados para hipótese. Entretanto, esses registros são relatos de uma perspectiva particular, o que não diminui seu valor para pesquisa, porém o autor ressalva para que o pesquisador leve consideração a natureza subjetiva desses dados.

Para discussão e análise dos dados, utiliza-se como condutor a análise de conteúdo proposta por Laurence Bardin. Tal técnica é conceituada pela autora como:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 47).

A autora prevê três fases na análise de conteúdo: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A pré-análise consiste na organização inicial dos dados, segunda a autora, normalmente envolve uma leitura flutuante, que consiste no primeiro contato do pesquisador com os documentos, seguida da escolha dos documentos, da formulação das hipóteses e objetivos e da elaboração dos indicadores. Bardin (2011), ressalta a que escolha dos dados, devem seguir algumas regras:

- Exaustividade: deve-se esgotar a totalidade da comunicação, não omitir nada.
- Representatividade: a amostra deve representar o universo.
- Homogeneidade :os dados devem referir-se ao mesmo tema, serem obtidos por técnicas iguais e colhidos por indivíduos semelhantes.
- Pertinência :os documentos precisam adaptar-se ao conteúdo e objetivo da pesquisa.
- Exclusividade: um elemento não deve ser classificado em mais de uma categoria.

A exploração do material é a fase da categorização, consiste de codificação e na classificação e agregação das informações em categorias. Essas categorias, segunda a autora,

podem ser criadas *a priori* ou serem definidas, nessa etapa de exploração do material, já o tratamento dos resultados, inferência e interpretação consiste na última etapa da análise de conteúdo, é o momento de captar os conteúdos contidos em todo o material coletado, usando a reflexão e a criticidade.

Nesse sentido, após cada encontro, registrou-se no Diário de Bordo todas as atividades realizadas no contexto escolar, bem como, o comportamento dos estudantes durante esse período.

## **5.2 Análise e discussão dos dados**

São utilizados dois instrumentos para coleta de dados com objetivo de verificar as potencialidades e limitações da sequência didática aplicada.

Para análise dos dados, estrutura-se a pesquisa em duas partes: na primeira parte é apresentada a análise do Diário de Bordo, na segunda parte são analisados o pré-teste e o pós-testes dos estudantes.

### *5.2.1 Diário de Bordo*

O uso do Diário de Bordo como instrumento de pesquisa, justifica-se por permitir um registro de todas atividades ocorridas no contexto educacional, não se restringindo aos aspectos didáticos, mas possibilitando também analisar possíveis mudanças na postura dos estudantes.

Para a análise dos registros feitos no Diário de Bordo e constituintes dos dados coletados da pesquisa, seguindo as indicações de Bardin foram elaboradas categorias *a priori*. As categorias selecionadas foram extraídas da leitura dos registros, mediante os aspectos que se desejam observar nas aulas: Participação/motivação dos estudantes, convívio social, postura dos alunos diante de novas metodologias. A seguir é apresentado e discutido os registros do Diário de Bordo. As partes citadas das transcrições do diário são destacadas em letra itálica.

#### *5.2.1.1 Participação/motivação dos estudantes*

O envolvimento dos estudantes durante as aulas é crucial para o processo de ensino-aprendizagem. Considerando esse aspecto, na presente proposta estruturada a partir da TAS, buscou-se efetivar momentos em que os estudantes pudessem expor seus conhecimentos e atividades que promovessem o debate e a reflexão.

Ausubel aponta a disposição do aprendiz em relacionar conceitos como um dos fatores necessários para promover uma Aprendizagem Significativa (AUSUBEL apud MOREIRA, 1999). Buscou-se no Diário de Bordo apontamentos em como foi o envolvimento dos estudantes durante as atividades propostas.

No primeiro encontro foi promovido um momento de debate, o objetivo era que os estudantes expressassem seus conhecimentos. Com esse objetivo, foram utilizados dois vídeos sobre uma situação comum do cotidiano: o uso do cinto de segurança. Nesse momento inicial os alunos, em sua maioria, foram participativos como destacado no diário no presente texto: “Observei durante o debate que grande parte dos alunos foi participativa e expôs suas ideias e respostas, principalmente sobre as questões que envolviam situações do dia-dia”.

Percebe-se que trazer situações do cotidiano e/ou interesse, para sala de aula e abordá-los relacionando aos conceitos estudados é uma maneira de estimular o diálogo entre os estudantes. Na TAS, Ausubel afirma que o fator isolado mais importante que influencia na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe (AUSUBEL apud MOREIRA, 1999). Ou seja, na prática, a maneira mais efetiva de aproximar os estudantes dos assuntos abordados em aula é partindo do que o estudante já conhece. Esse fato também é nítido no trecho extraído das anotações do nono encontro:

*Na leitura sobre a Segunda Lei de Newton, percebi que os meninos foram mais participativos iniciando o debate e expondo suas ideias. O texto trazia uma comparação entre carros e estabelecia uma relação entre a força, massa e aceleração, talvez esse assunto chamou atenção deles e despertou o interesse em participar.*

Nota-se, que em alguns momentos os estudantes foram menos participativos, principalmente, quando apresentavam alguma dificuldade. Como revelado no trecho do terceiro encontro:

*Alguns grupos apresentaram dificuldade em identificar a presença do atrito durante a atividade experimental. Na hora do debate no grande grupo, percebi que os estudantes se envolveram menos, apenas um dos grupos se sobressaiu nesse ponto, esse fato poderia estar associado a essa dificuldade de compreender a atividade.*

Considerando esses aspectos, observa-se que, algumas vezes, o nível de envolvimento dos alunos pode ser uma maneira de identificar possíveis dificuldades. Nesse caso, o olhar do professor tem papel fundamental em identificar essas dificuldades e tentar saná-las, através de uma ajuda individual ou buscando metodologias que se aproximem mais dos educandos. Com o passar dos encontros, os estudantes foram compreendendo a dinâmica das aulas e ficaram

mais participativos, sendo mais questionadores também nos momentos de dúvidas, principalmente, no decorrer das atividades.

Foi Observado que, na sua maioria, os estudantes se apresentaram mais motivados e interessados nas atividades promovidas na sala de aula, principalmente durante as mais lúdicas, como a brincadeira dos foguetes de balão, promovida no quinto encontro:

*os alunos demoraram pra se organizar para a atividade brincadeira de balão e nesse momento houve um pouco de tumulto na sala de aula, todos se movimentando e falando, estavam entusiasmados, mas chamei atenção deles para manter a organização (DIÁRIO DE BORDO, 23/10/2017).*

Outro exemplo do envolvimento dos alunos durante as atividades lúdicas, ocorreu no nono encontro. Nessa aula, os alunos jogaram a Trilha de Leis de Newton, sendo a atividade que eles mais gostaram:

*Em nenhum outro momento vi os alunos tão envolvidos numa atividade, pediram para jogar mais vezes e deram sugestões para melhorar o jogo, como: a possibilidade dos jogadores formularem as perguntas, inventar perguntas de níveis diferentes: fácil, médio e difícil dependendo o quão próximo da chegada e mais opções de perguntas, pois havia um número limitado.*

Pereira (2009) afirma que os jogos se baseiam no interesse pelo lúdico e podem promover ambientes de aprendizagem atraentes e gratificantes, constituindo-se num recurso poderoso de estímulo para o desenvolvimento integral do aluno.

Além disso, as atividades lúdicas desempenharam um papel importante na sequência didática, pois foram estruturadas como forma de organizador prévio. De acordo com a TAS, os organizadores prévios são muito importantes e se apresentam como forma de pontes cognitivas entre o que o estudante já sabe e o que ele deve saber. Percebe-se que a introdução dessas atividades, serviu como âncora para os conceitos posteriormente estudados, além de causar entusiasmo entre os estudantes e uma participação ativa durante as aulas.

Porém, apesar da maioria dos alunos ter participado efetivamente das atividades promovidas em sala de aula, nas atividades extraclasse, uma minoria, não foi tão comprometida, como é exposto no trecho do oitavo encontro: “*Alguns alunos não fizeram a atividade solicitada, isso me frustrou, alguns simplesmente não reservam um tempo em casa para fazer as tarefas, revisar, por isso, tento fazer o máximo em sala de aula, e incentivá-los a fazer as tarefas em casa*” (DIÁRIO DE BORDO, 30/10/2017).

Através do exposto nos registros, verificou-se que houve uma boa participação dos alunos nas atividades em sala de aula, que expressaram suas ideias durante os debates e

contribuíram com várias sugestões, principalmente, nas atividades que lhe chamaram mais a atenção, o que contribuiu para posterior formação de conceitos importantes no estudo das Leis de Newton. Como ponto negativo, percebe-se que o comprometimento com atividades extraclasse não teve o mesmo nível de envolvimento da sala de aula.

#### 5.2.1.2 Convívio social

Durante a aplicação da proposta, as atividades na sua maioria, foram realizadas em grupos, o que favoreceu a troca de ideias entre os estudantes e estimulou o debate e a reflexão. Esse processo foi muito importante, pois tornou mais enriquecedoras as atividades que os alunos, algumas vezes, não julgam tão interessantes, como por exemplo, atividades de sistematização. Logo, percebeu-se que houve um maior envolvimento e uma efetiva discussão de ideias nesses momentos, proporcionados pelo trabalho em grupos:

*O trabalho em duplas favoreceu a dinâmica da atividade, em vários momentos percebi os alunos discutindo ideias diferentes, cada um expondo sua opinião, pensando nas diferentes possibilidades, isso estimulou o debate e promoveu um momento muito rico de trocas e reflexão (DIÁRIO DE BORDO, 28/09/2017).*

Percebe-se que momentos de diálogo tornam-se muito importante no favorecimento da aprendizagem. Na perspectiva da TAS, a interação entre os alunos e entre o aluno e professor é essencial na medida em que permite construir novos conceitos, de acordo com Mees (2012), a Aprendizagem Significativa é dinâmica, fundamentada na interação entre professor e aluno; assim serão construídos novos subsunçores ou os antigos subsunçores serão modificados.

Observa-se também que os trabalhos em grupos permitiram aos estudantes não apenas trocas de conhecimentos, mas também desenvolver outras competências como: criticidade, organização, responsabilidade, respeito e autonomia:

*No momento da atividade experimental, observei que os grupos foram bem organizados na distribuição das reponsabilidades e na organização de como realizariam a atividade experimental. Durante a atividade todos estavam concentrados e participando, um dos grupos verificou que um bloco não estava bom, o que causaria discrepância na coleta de dados, o que demonstra que estavam atentos na realização da atividade (DIÁRIO DE BORDO, 03/10/2017).*

No geral, percebe-se que as atividades em grupo estimularam os estudantes a participar de forma mais ativa nas aulas e a estabelecer trocas de conhecimentos que talvez numa atividade individual não fosse possível, o que favoreceu o processo de ensino-aprendizagem.

### 5.2.1.3 Postura dos alunos diante de novas metodologias

A sequência didática fundamentada na TAS foi organizada de maneira que, progressivamente, foram trabalhadas com os alunos diferentes situações-problema envolvendo as Leis de Newton. Utilizar situações-problema, requer uma mudança na dinâmica das aulas e na postura do aluno e do professor, visto que, implica um papel mais ativo ao estudante, que deve sair da “zona de conforto” e ao professor que deve assumir um papel de mediador, o que exige um maior embasamento teórico e um tempo maior de dedicação na preparação das aulas.

Na aplicação da proposta, logo no primeiro encontro, foi realizado um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, usando um pré-teste, sendo um dos instrumentos de coleta de dados da pesquisa. E ainda, utilizou-se como organizadores prévios dois vídeos sobre o uso do cinto de segurança. Nesses dois momentos, não houve grande interferência da professora, que apenas conduziu o processo. Inicialmente, essas mudanças causaram certo estranhamento nos alunos:

*Os alunos estranharam fazer um teste de um conteúdo que ainda não tinham aprendido, olhavam um para o outro com cara de espanto, para maioria um teste consiste em somente medir o que aprendeu, mas compreenderam a necessidade do mesmo e seu caráter diagnóstico (DIÁRIO DE BORDO, 26/09/2017).*

Percebe-se que os estudantes, na sua maioria, estão habituados a aulas tradicionais, com uso do quadro, explanação do professor, resolução de exercícios e avaliações que repetem o que foi apresentado em sala. Quando o professor adotado uma postura de questionador/mediador pode, muitas vezes, causar estranhamento nos alunos.

Nesse sentido, também observa-se que, na sua maioria, os alunos têm uma ideia limitada da avaliação. Fazer uma avaliação de um conteúdo sobre o qual ainda não foi abordado é algo estranho e incomum. Para a maioria dos discentes, a avaliação tem o único objetivo de verificar se a nota necessária para a aprovação foi alcançada.

Com relação a esses aspectos, acredita-se que mudar a dinâmica da aula, colocando situações onde o aluno seja o protagonista, podem provocar uma mudança de postura dos estudantes frente ao seu próprio aprendizado tornando-os conscientes sobre seu papel no processo de ensino-aprendizagem e sobre a importância e o caráter das avaliações.

No decorrer dos encontros, foram adotadas diferentes metodologias tais como: vídeos, leituras, atividades experimentais, jogos, resolução de problemas, entre outras. Algumas dessas atividades já eram presentes nas aulas e não eram novidade para os estudantes, como é o caso da resolução de problema, porém, eram propostas, na maioria das vezes, questões envolvendo cálculos e fórmulas.

Durante da aplicação da sequência didática foi dado ênfase a discussão de fenômenos, contextualizando os conceitos relacionados às Leis de Newton. Nesse sentido, utilizar da resolução de problemas apenas com foco matemático não atenderia aos objetivos, para tanto, em todas as atividades de sistematização, foram planejadas questões contextualizadas, que possibilitassem refletir acerca dos conceitos estudados. No sexto encontro, foi proposto um questionário elaborado nesses objetivos, que foi feito com muita dificuldade pelos estudantes, entretanto, esse momento se revelou muito importante, principalmente, porque verificou-se a necessidade de trabalhar mais com os alunos questões nesses moldes:

*A maioria dos estudantes considerou as questões muito difíceis, identifiquei que a principal dificuldade foi a interpretação. Apesar disso, percebi que a grande maioria se empenhou e foi muito participativo durante a atividade, debatendo as respostas com suas duplas e solicitando ajuda perante as dúvidas (DIÁRIO DE BORDO, 24/10/2017).*

A TAS aponta que novas situações-problema devem ser trabalhadas de maneira progressiva. Nesse sentido, uso da resolução de problemas com um foco reflexivo e questões contextualizadas, foi um fator positivo e permitiu aos estudantes trabalhar fragilidades, além de ter provocado um maior empenho na busca pela solução.

Em relação ao uso dos jogos didáticos, observou-se que houve um impacto muito positivo na turma, foi possível observar todos os alunos participando entusiasmados das atividades. O envolvimento dos estudantes foi essencial para abordagem de conceitos e oportunizou estabelecer uma discussão sobre os fenômenos, conforme o registro do terceiro encontro:

*No jogo torre de inércia percebi que todos participaram, alguns me chamavam para ver que haviam conseguido. Todos adoraram o jogo e se mostravam entusiasmados. Ao final da brincadeira, na hora do debate, quando questionei qual caso ficou mais fácil de remover as cartas, os estudantes deram respostas diversas, mas a maioria expressou sua opinião (DIÁRIO DE BORDO, 03/10/2017).*

Pode-se observar através dos registros que o uso das atividades lúdicas é uma ótima estratégia didática, tendo nesse momento uma função de organizador prévio. Considerando esses aspectos, promover uma reflexão acerca da atividade é de extrema necessidade, para que ela não seja apenas um momento de ludicidade, mas para que os estudantes exponham suas ideias e consigam estabelecer pontes cognitivas entre as situações ocorridas no jogo e aquilo que será ensinado.

Durante a sequência didática, foi proposto aos alunos organizarem fora do horário de aula, em grupos, uma apresentação para turma sobre as Leis de Newton, sendo que cada grupo

ficou responsável por um tópico diferente, e um dos grupos realizaria uma pesquisa sobre a bibliografia de Isaac Newton. A apresentação ocorreu no décimo encontro, mas nessa atividade, observou-se que os objetivos estabelecidos não foram totalmente atingidos:

*Fiquei frustrada com a apresentação de alguns grupos, a maioria deles se limitou a reforçar o que estudamos em aula sem colocar novas situações. Dois grupos nem usaram recursos multimídia, apenas cartazes, o que deixou a apresentação pobre. Além disso, alguns grupos não estavam totalmente organizados com o material, observei que faltou organização e empenho nessa atividade. Os grupos relacionados com a terceira Lei de Newton, tiveram muita dificuldade em explicar seus trabalhos para os colegas, apenas duas apresentações se destacaram, sendo uma delas referente ao conceito de inércia e outra sobre a bibliografia de Newton (DIÁRIO DE BORDO, 07/11/2017).*

O objetivo era que os grupos procurassem novas situações, vídeos, experimentos e fizessem uma pequena explanação para os colegas. Alguns grupos conseguiram atingir os objetivos, fazendo boas apresentações, porém houve grupos que apenas repetiram o que foi ensinado em sala de aula. Nessa atividade, o fator tempo foi determinante para o baixo desempenho, uma vez que os estudantes fizeram atividade fora da escola.

### 5.2.2 Pré-teste e pós-teste

O pré-teste e pós-teste são usados como instrumentos de pesquisa afim de estabelecer um comparativo entre os conhecimentos iniciais e os finais apresentado pelos estudantes, permitindo analisar possíveis apropriações de conceitos, como objetivo de obter possíveis indícios de aprendizagem.

Os testes foram elaborados com questões distintas, para análise dos dados, após a leitura do material, considerou-se os conceitos abordados nas questões e definiu-se como categorias de pesquisa: peso e massa, inércia, relação massa X força X aceleração, ação e reação e atrito. As transcrições das respostas dadas pelos estudantes nos testes, é apresentada no texto é destacada em itálico e acompanhada de uma identificação alfanumérica para cada estudante (A1, A2, A3, A4, A5, ...).

#### 5.2.2.1 Peso e Massa

A primeira questão do pré-teste e pós teste, abordam os conceitos de massa e peso, a diferenciação entre esses conceitos é muito importante para a compreensão das Leis de Newton.

No pré-teste, a questão retirada de um vestibular (Figura 6), apresenta uma tirinha retratando o conceito de peso sendo usado como sinônimo de massa.

Figura 6 - Questão número 1 do Pré-teste

(UERJ-RJ) Leia atentamente os quadrinhos a seguir.



A solução pensada pelo gato Garfield para atender à ordem recebida de seu dono está fisicamente correta? Justifique sua resposta.

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Nas respostas do pré-teste, a maioria dos estudantes, não estabeleceu a diferenciação dos conceitos de peso e massa. Destaca-se que três estudantes não responderam à questão. A maioria das respostas dadas pelos estudantes, remete ao conceito de peso como a quantidade de massa de um corpo, medido em quilogramas. Conforme, relatado nas respostas: *A9-[Pré] Está errado, pois em outro planeta ele irá flutuar, por causa da gravidade e isso não ajudará a perder peso. A23-[Pré] Não pois não mudaria nada ele mudar para outro planeta. Continuará sendo gordo se não fizer uma dieta.*

Já no momento do pós-teste (Figura 7), apenas cinco estudantes, conseguiram estabelecer a diferença entre esses dois conceitos, destaca-se que alguns alunos mencionaram a relação entre peso e gravidade, conforme os registros: *A9-[Pós] Massa é a matéria de um corpo. Peso é a relação entre a massa e a gravidade. A12-[Pós] Massa mede a quantidade de matéria de um corpo, e o peso mostra a relação da massa com a aceleração da gravidade local.*

Figura 7 - Questão número 1 do Pós-teste

Diferencie peso e massa.

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

A questão número 5 do pós-teste (Figura 8), apresenta um problema numérico envolvendo o cálculo do peso de um corpo na Terra. Nesta questão os estudantes apresentaram dificuldade, apenas 7 alunos efetuaram o cálculo corretamente. Alguns alunos, colocaram a

unidade de medida de peso como quilogramas (Kg), o que demonstra que houve pouca compreensão do conceito.

Figura 8 - Questão número 5 do Pós-teste

Calcule o peso de um corpo de massa 70Kg que se encontra na Terra, onde a aceleração gravitacional é  $9,8\text{m/s}^2$ .

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Comparando as respostas apresentadas nos testes, percebe-se que não houve mudanças significativas em relação aos conceitos de massa e peso, evidenciando que os estudantes apresentaram pouca apropriação desses conceitos.

### 5.2.2.2 Inércia

A questão 3 do pré-teste, e as questões 2 e 3 do pós-testes, relacionam-se ao conceito de inércia trazendo situações cotidianas onde podemos observar essa propriedade. A questão apresentada no pré-teste traz uma figura de pessoas em pé em um ônibus, questionando o que aconteceria com as pessoas se o motorista freasse e eles não estivessem se segurando. No pós-teste (Figura 9) é questionada a relação entre a importância do cinto de segurança e a primeira Lei de Newton.

Figura 9 - Questão número 3 do Pré-teste

Observe a imagem abaixo:



Se as pessoas que estão de pé não estivessem segurando-se o que aconteceria com elas se o motorista freasse o ônibus? Fisicamente por que isso acontece?

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

No pré-teste, a maioria dos alunos se limitou a responder que as pessoas em pé iriam para frente quando ônibus freasse, sem explicar o porquê desse acontecimento. Alguns estudantes associaram o fato a um impulso ou força causada pelo ônibus ao frear, conforme o transcrito das respostas: A17-[Pré] *Cairiam no chão ou cima das pessoas sentadas. Acontece graças ao impulso.* A21- [Pré] *Essas pessoas iriam ser lançadas para frente, isso acontece pois ao frear o ônibus exercer uma força muito grande em comparação as pessoas de pé.*

No pós-teste, na questão 2 (Figura 10), a maioria dos estudantes, conseguiu explicar a relação entre o uso do cinto de segurança e a Primeira Lei de Newton, sendo que três estudantes

restringiram-se a explicar o conceito de inércia sem relacioná-lo ao contexto da pergunta. Dezesete estudantes apresentaram respostas coerentes, conforme exemplos:

*A13 [Pós] Para o corpo não permanecer em movimento.*

*A10[Pós] Pois como o corpo tende a se manter do jeito que está, a não ser que uma força atue sobre ele, sendo assim sem o cinto a pessoa pode ser jogada contra o vidro.*

*A12[Pós] Inércia, você tenderia a continuar para frente caso o carro freie com velocidade rápida e o cinto como uma força contrária te segura.*

É possível observar, de acordo com as respostas transcritas, que os alunos conseguiram compreender o conceito de inércia identificando-a como a tendência de um corpo manter seu estado de movimento, alguns também mencionaram a necessidade da aplicação de uma força para mudar esse estado de movimento, porém não houve diferenciação entre os termos força e força resultante nas respostas dadas pelos estudantes.

Destaca-se, que um aluno mencionou a palavra propriedade ao explicar o conceito de inércia, conforme resposta do A11:[Pós] *É a propriedade em que sem o cinto de segurança a pessoa continua em movimento, e com a força do cinto aplicada não somos arremessados, pois somos segurados por ele.*

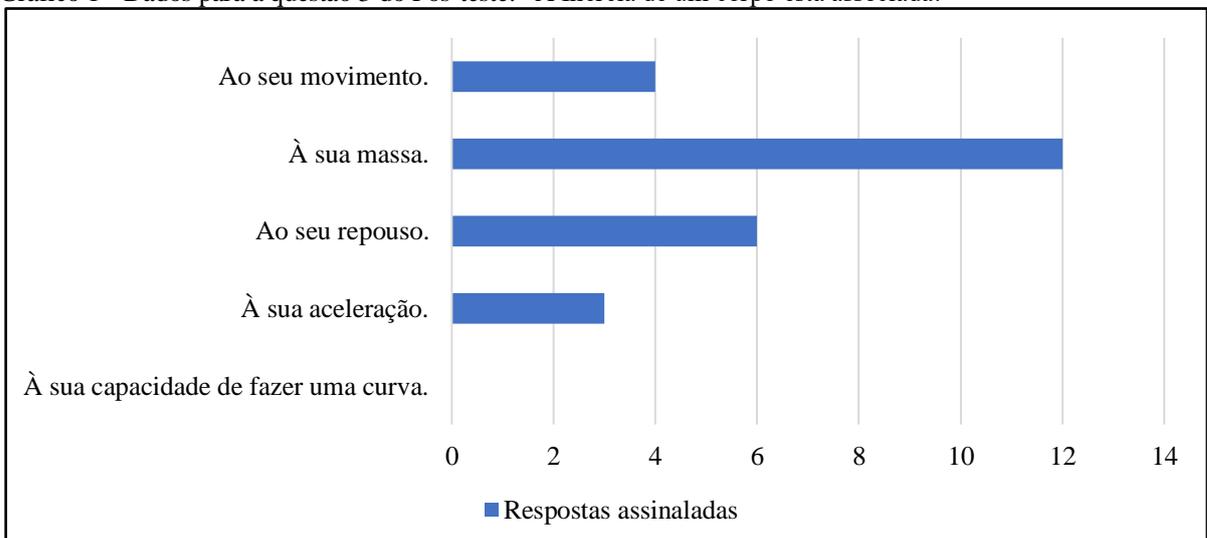
Figura 10 - Questão número 2 do Pós-teste

Qual a relação entre a importância do uso do cinto de segurança com a primeira Lei de Newton?

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

A questão número 3 do pós-teste (Gráfico 1), apresenta uma situação para identificar a que se relaciona a inércia de um corpo.

Gráfico 1 - Dados para a questão 3 do Pós-teste: “A Inércia de um corpo está associada:”



Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Verifica-se pelo Gráfico 1, que 12 estudantes, assinalaram a resposta correta, que associa inércia a massa de um corpo, o que demonstra que os estudantes conseguiram estabelecer uma relação entre esses conceitos.

Ao observar as respostas dadas pelos estudantes nos dois testes, percebe-se que os mesmos não apresentavam conhecimentos iniciais a respeito do conceito de inércia e destaca-se que o termo não foi citado em nenhuma das respostas do pré-teste. Evidencia-se que houve a inclusão do conceito de inércia e a maioria dos estudantes conseguiu compreendê-lo e explicar sua relação num contexto diferente do teste inicial. Já alguns estudantes, conseguiram estabelecer uma conexão entre a inércia de um corpo e sua a massa.

### 5.2.2.3 Relação massa X força X aceleração

A questão número 4 (Figura 11), alternativas a e b, do pré-teste e as questões 7 e 8 do pós-teste, apresentam situações sobre a relação massa x força x aceleração. Na questão do pré-teste é apresentado um carrinho de supermercado cheio e outro vazio, o objetivo é que os estudantes avaliem a diferença entre as forças para colocá-los em movimento e a aceleração adquirida, em cada caso.

Figura 11 - Questão número 4 do Pré-teste

Observe as imagens e responda



- a) Na imagem acima temos dois carrinhos de supermercado, um cheio e um vazio. Qual dos carrinhos necessita uma força resultante maior para sair do repouso? Justifique.
- b) Se aplicarmos uma força resultante igual para os dois carrinhos, qual deles vai adquirir maior aceleração? Justifique.

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

No item a, vinte e três estudantes que responderam que o carrinho cheio necessitava de uma força resultante maior para sair do repouso, a maioria justificou que o fato deve-se ao peso do carrinho cheio ser maior, como pode-se observar nas respostas transcritas: *A12- [Pré] O*

*cheio, pois está mais pesado. A2- [Pré] O cheio, devido ao seu peso. A1-[Pré] O carrinho cheio, pois está mais pesado.*

Percebe-se através das respostas que apesar dos estudantes possuírem conhecimento que um objeto de maior massa necessita de uma força resultante maior para sair do repouso, a maioria considera massa e peso como sinônimos.

No item b, vinte e um estudantes que responderam que o carrinho vazio iria adquirir uma aceleração maior, a maioria justificou o fato devido ao carrinho sem mercadorias ser mais leve, conforme os registros: *A2-[Pré] O vazio, por ser mais leve. A13-[Pré] O carrinho vazio, porque está mais leve e livre de pesos. A14-[Pré] O vazio porque está mais leve.*

No pós-teste, a questão número 7 (Figura 12) apresenta um problema numérico envolvendo o cálculo da força resultante sobre um corpo. Nessa questão, a maioria, dos estudantes resolveu o problema corretamente.

Figura 12 - Questão número 7 do Pós-teste

Calcule a força resultante que age sob um corpo de massa 35Kg que adquire aceleração de $3\text{m/s}^2$ .
---

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

A questão número 8 do pós-teste (Figura 13), apresenta dois corpos de massas diferentes submetidos a mesma força, questionando qual deles irá obter maior aceleração. Boa parte dos estudantes respondeu corretamente, explanando que o corpo de menor massa sofreria uma maior aceleração, conforme os registros:

*A20[Pós] O corpo de massa 20Kg, pois quanto menor a massa maior a aceleração.  
A9 [Pós] O corpo que tem massa 20Kg, pois tem menos massa e isso faz com que obtenha mais aceleração do que o outro.  
A2[Pós] O de 20Kg, por possuir menor massa.*

Destaca-se que um estudante relacionou a quantidade de massa ao conceito de inércia e a aceleração adquirida, de acordo com a resposta dada por A11: *[Pós] O de 20Kg, pois a massa dele é menor lhe causando uma menor inércia.*

De acordo com o observado mediante as respostas dos alunos, percebe-se que houve um resultado positivo, boa parte dos estudantes apresentou indícios de compreensão dos conceitos relacionados a Segunda Lei de Newton. Destaca-se que, a maioria dos estudantes, possuíam algum conhecimento prévio sobre o assunto, principalmente relacionados a situações do cotidiano, o que influenciou o resultado, demonstrando a importância dos subsunçores para construção de conceitos.

Figura 13 - Questão número 8 do Pós-teste

Dois corpos um de massa 20kg e outro de massa 30kg são submetidos a mesma força resultante. Nessas condições, qual irá adquirir maior aceleração? Explique.

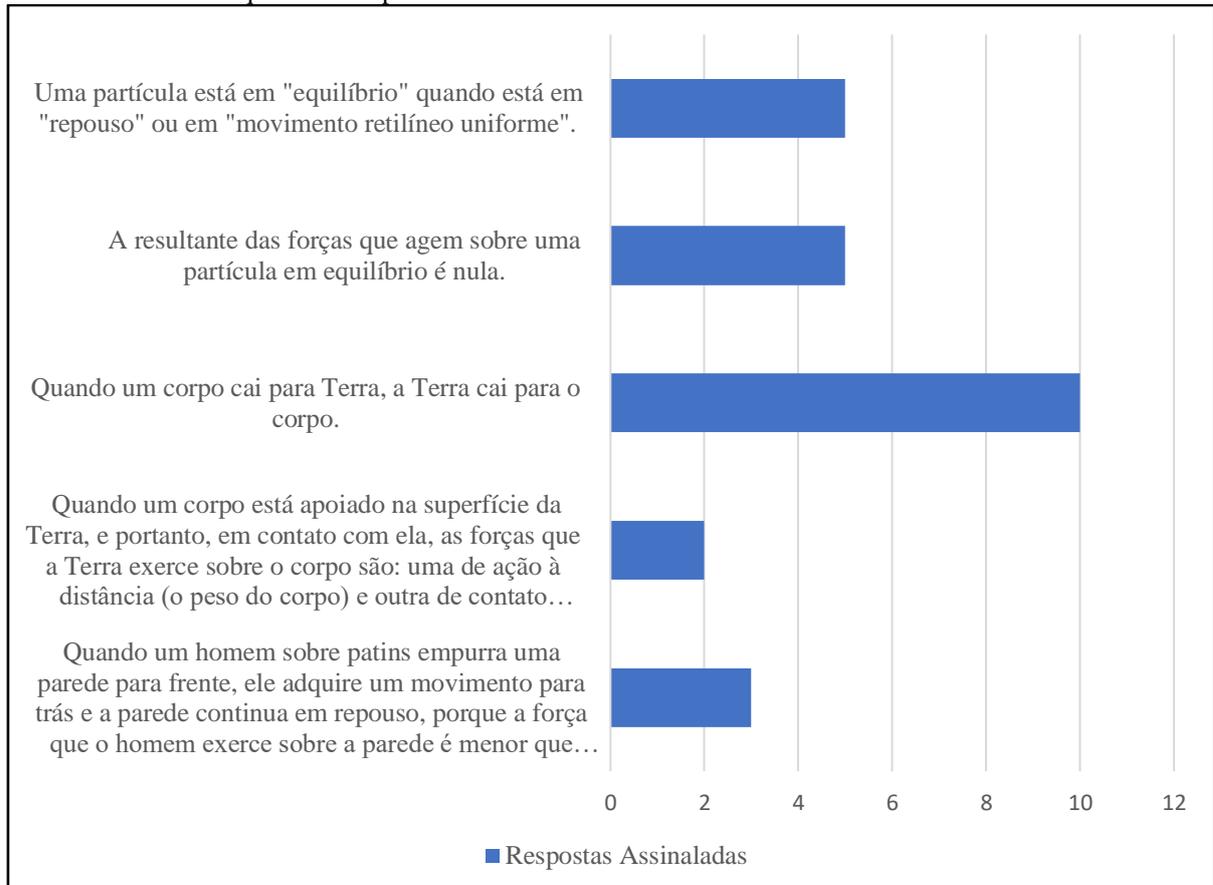
Fonte: dados da pesquisa, 2017.

#### 5.2.2.4 Ação e Reação

As questões 2 e 5 do pré-teste e as questões 6 e 9 do pós-teste relacionam-se ao conceito de ação e reação. No pré-teste, em ambas as questões são abordadas as características da força de reação. A questão 2, retirada de um vestibular, solicita que os estudantes selecionem a resposta incorreta, apresentando nas alternativas diferentes situações relacionadas ao Princípio de Ação e Reação.

Observa-se por meio do Gráfico 2 que um grande número dos estudantes selecionou a alternativa c, o que demonstra que ainda não apresentam conhecimentos iniciais relacionados ao conceito de ação e reação.

Gráfico 2 - Dados da questão 2 do pré-teste: “A afirmativa errada é:”



Fonte: dados da pesquisa, 2017.

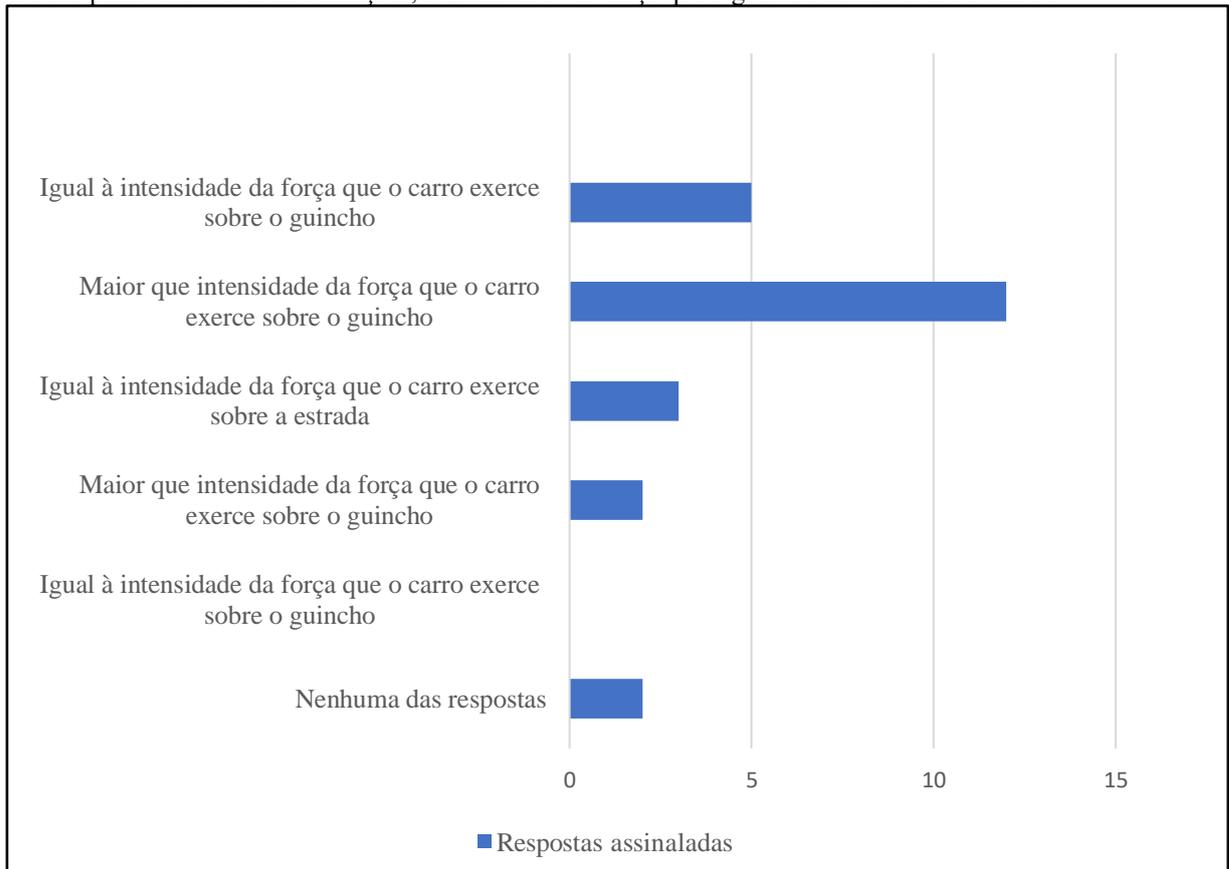
Já a questão 5 do pré-teste (Gráfico 3) apresenta outra situação, na qual os estudantes devem considerar a intensidade das forças de ação e reação.

Destaca-se que doze estudantes selecionaram a alternativa “b”, que apresentava a força de ação sendo maior que a de reação, revelando uma concepção alternativa que, frequentemente, é apresentada pelos estudantes no estudo de Leis de Newton.

No pós-teste, a questão 6 (Gráfico 4) apresenta uma situação semelhante, na qual os estudantes deveriam selecionar a alternativa que apresentava as características da força de reação, intensidade, sentido e direção.

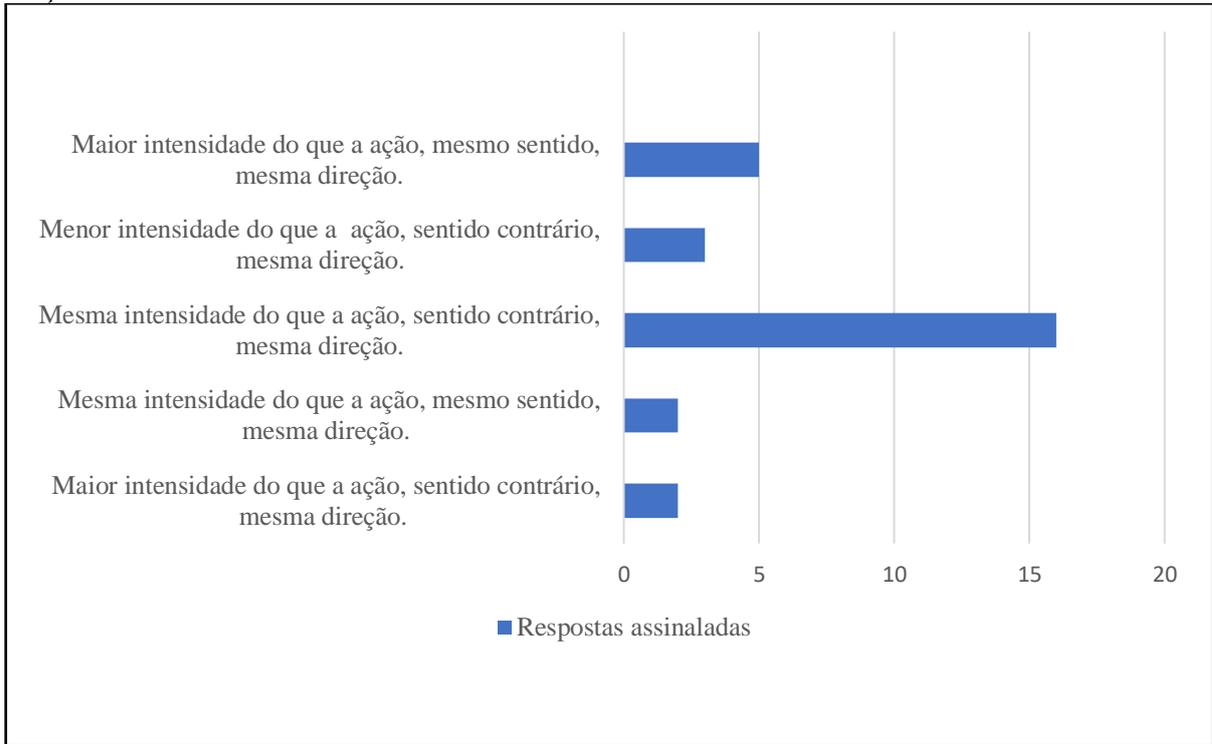
Nas respostas para essa questão, destaca-se que dezesseis estudantes selecionaram a alternativa c, que era a correta, o que demonstra que a maioria dos estudantes conseguiu estabelecer as diferenças e as semelhanças entre as forças de ação e reação.

Gráfico 3 - Dados para questão 5 do pré-teste: “Um guincho que está rebocando um carro está acelerando numa estrada plana e reta. Nestas condições, a intensidade da força que o guincho exerce sobre o carro é:”



Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Gráfico 4 - Dados da questão 6 do pós-teste: “Marque a alternativa que expressa as características da força de Reação”



Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Já a questão 9 do pós-teste (Figura 14), apresenta uma situação na qual uma bola aplica uma força sobre uma parede, questionando qual seria a reação ocorrida nesse caso. Para responder essa questão, era necessário compreender que o corpo que aplica ação recebe a reação, ou seja, que a ação e reação ocorre entre dois corpos diferentes e, apenas três estudantes responderam corretamente, conforme os registros:

*A25-[Pós] A reação será que a parede aplicará uma força de mesma intensidade, sentido contrário e mesma direção contra a bola.*

*A11-[Pós]A parede aplicará uma força na bola lhe fazendo voltar no sentido contrário.*

*A14-[Pós] Ela voltará com a mesma força, no caso a parede aplica a mesma força sobre a bola.*

Figura 14 - Questão número 9 do Pós-teste

Se você jogar uma bola contra a parede, a bola aplicará uma força sobre ela. Nesse caso qual será a reação?

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Observa-se que a maioria dos estudantes não conseguiu responder corretamente e que grande parte dos alunos afirmou que reação seria a bola voltar com a mesma força que foi lançada, logo, percebe-se também uma dificuldade de interpretação do problema, conforme os exemplos:

A13-[Pós] A bola voltará com a mesma intensidade.  
 A7-[Pós] Ela voltará com a mesma força e direção sobre você.  
 A9-[Pós] Será a mesma força que você aplicou, ou seja, a bola baterá na parede e voltará com a mesma força que você aplicou sobre ela.

Observando as respostas, verifica-se indícios que os alunos, em sua maioria, obtiveram um bom entendimento da Terceira Lei de Newton, mesmo que ainda seja possível observar algumas dificuldades persistentes. Logo, apesar dos objetivos em relação ao Princípio de Ação e Reação não terem sido totalmente alcançados, é possível avaliar que houve progresso em relação aos conhecimentos iniciais.

#### 5.2.2.5 Atrito

O conceito de força de atrito foi abordado no pré-teste na questão 4 (Figura 15), item c, onde a questão aborda a diferença de aceleração que sofre um objeto ao ser lançado sob diferentes superfícies.

Figura 15 - Questão número 4 do Pré-teste

Observe as imagens e responda




c) Agora pense apenas no carrinho vazio. Se colocarmos o carrinho num chão bem liso, e depois colocarmos o mesmo carrinho num chão cheio de imperfeições, ao aplicar forças resultantes iguais a aceleração do carrinho será igual nas duas superfícies? Justifique.

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

A maioria dos estudantes respondeu que a aceleração do carrinho seria diferente ao mudar a superfície. Destaca-se que em nenhuma das respostas os estudantes mencionaram a presença do atrito, mesmo considerando que as imperfeições da superfície dificultariam o movimento e, dezesseis estudantes responderam a questão utilizando uma justificativa semelhante, conforme os exemplos:

A13[Pré] Não, porque a superfície com imperfeições impediria que o carrinho se movimentasse mais rápido.  
 A12[Pré] Não, na superfície lisa irá com mais velocidade e no com imperfeições irá parando aos poucos.  
 A1[Pré] Não, pois o chão com imperfeições atrapalharia o desempenho do carrinho.

Assim, percebe-se que os estudantes apresentam concepções prévias sobre o que acontece com o carrinho, fruto de situações observadas no cotidiano, mas não possuem conhecimento sobre o princípio físico, que explica tal fato.

No pós-teste, a questão 4 (Figura 16), relaciona a presença da força de atrito ao conceito de inércia, além de mais complexo, o problema proposto exige que os estudantes realizem pontes entre os conceitos aprendidos.

Figura 16 - Questão número 4 do Pós-teste

Quando jogamos uma bola fazendo-a rolar sobre o piso ela se desloca uma certa distância e para. Mesmo em superfícies muito lisas ela para após percorrer uma grande distância. Como podemos explicar que os planetas girem em torno do sol por bilhões de anos sem parar e mesmo sem diminuir suas velocidades?
---

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Somente dois estudantes apontaram a inexistência de forças contrárias ao movimento dos planetas: A5-[Pós] *Porque, não há atrito para fazer os planetas pararem.* A11-[Pós] *Pois no espaço não há resistência, e com a força do campo gravitacional do Sol aplicada eles continuam rodando.*

De acordo com as respostas transcritas, destaca-se que apenas um estudante utilizou o conceito de atrito para explicar tal fato, o que evidencia que houve pouca apropriação desse conceito pelos estudantes. A maioria dos discentes somente mencionou a presença da força de gravidade, desconsiderando a situação ocorria num ambiente sem atrito.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou investigar as potencialidades e os limites de uma sequência didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa para o ensino de Leis de Newton no Ensino Médio. Para tanto, estruturou-se uma sequência didática utilizando diversas metodologias, a qual foi aplicada junto a uma turma de primeira série do Ensino Médio.

As aulas foram elaboradas de maneira que os estudantes fossem ativos no processo de ensino-aprendizagem, utilizando para isso atividades diversificadas, que favorecessem esse percurso, dando ênfase aos momentos de discussão no grande grupo, partindo de situações-problema e trazendo para sala de aula acontecimentos do dia-a-dia dos estudantes.

Através do Diário de Bordo foi possível acompanhar o desenvolvimento dos alunos a cada encontro, tendo em vista, avaliar o envolvimento dos mesmos com a proposta, mudanças de postura e progresso do convívio social. Já o pré-teste e pós-teste permitiram observar as evoluções conceituais ocorridas, comparando os conhecimentos iniciais aos finais, com o objetivo de verificar possíveis indícios de aprendizagem.

De acordo com o exposto através do Diário de Bordo, utilizar situações do contexto diário revelou-se uma maneira efetiva de estimular os estudantes a participarem das aulas, e conseqüentemente expor suas ideias para o grande grupo. Por outro lado, isso também permitiu ao professor identificar com mais facilidade possíveis dificuldades, tanto por meio das exposições dadas pelos alunos, quanto pela falta delas. Desse modo, observou-se que, em alguns momentos, a falta de participação não é apenas motivada pelo desinteresse, mas também pela dificuldade em compreender alguns conceitos.

Ainda, durante os encontros foram utilizadas diversas atividades, tais como: vídeos, debates, atividades experimentais, texto, jogos e etc. A inserção desses recursos causou um impacto positivo em termos de envolvimento e participação das aulas, em especial, o uso de jogos. As atividades lúdicas, provocaram muito entusiasmo entre os estudantes e desenvolveram papel importante na construção de conceitos.

A troca de ideias e conhecimentos durante os encontros foi favorecida pela construção de grupos durante as atividades. Foi observado que houve maior empenho durante as atividades de sistematização, geralmente menosprezadas pelos estudantes. Por outro lado, o uso de problemas contextualizados também favoreceu esse processo.

Entretanto, o uso da sequência didática não causou mudanças significativas no empenho dos estudantes nas atividades extraclasse, como foi possível observar mediante as tarefas

solicitadas e a apresentação de trabalhos em grupo, organizada pelos alunos fora do horário escolar.

Através do pré-teste e pós-teste foi possível observar que os estudantes possuíam subsunçores, ainda que fruto de concepções diárias, que foram importantes para iniciar o diálogo e estabelecer pontes cognitivas para construção de conceitos. Observou-se, ainda, por meio das respostas dos estudantes nas avaliações, indícios de construção e/ou captação de conceitos, ainda que, inegavelmente constatou-se algumas dificuldades persistentes em alguns conceitos, como atrito, massa e peso. Em termos gerais, houve uma evolução conceitual.

A presente sequência didática provocou modificações positivas na postura dos alunos frente a sua aprendizagem, gerando uma maior participação durante as aulas, estimulando o diálogo e a criticidade, além de contribuir nos aspectos de construção de conhecimento.

Evidenciam-se como dificuldades na aplicação dessa sequência didática a persistente complexidade dos estudantes em compreender alguns conceitos. Em partes, o tempo destinado ao diálogo e discussão de todos os conceitos é pequeno apesar do número extenso de encontros destinado ao trabalho. Entretanto, devemos considerar que o tema Leis de Newton é bem abrangente e envolve inúmeros conceitos, não havendo tempo para aprofundar cada um deles isoladamente.

A autonomia dos estudantes também foi um fator limitante da sequência didática, ao propor no seminário final que os estudantes, com base nas discussões em sala de aula, apresentassem novas situações relacionadas aos conceitos estudados, o que não foi alcançado.

Em relação as potencialidades da sequência didática evidenciam-se o favorecimento a compreensão de conceitos e a Aprendizagem Significativa em detrimento das aulas tradicionais. As mudanças na estrutura da aula também produziram alterações na postura dos estudantes frente ao caráter diagnóstico das avaliações e na importância da participação ativa, isso facilitou o trabalho do professor em identificar as dificuldades dos estudantes durante todo o processo de ensino-aprendizagem, acompanhando a evolução dos mesmos mediante a sua participação. Outro ponto destaque foi o envolvimento dos estudantes e entusiasmo em participar das atividades, que favoreceram a trocas de ideias e discussão de conceitos.

Por fim, destaca-se a necessidade de mais ações que busquem transformar a dinâmica da sala de aula, onde ocorre as verdadeiras mudanças na educação e que tornem mais prazeroso e eficiente o processo de ensino-aprendizagem, para assim provocar mudanças reais na sociedade.

## REFERÊNCIAS

- AQUINO FILHO, Gilmar F.; MACHADO, Jonatas T.; AMARAL, Luiz H. Ausubel: Aprendizagem Significativa e avaliação. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*, out. 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2Ho9b72>>. Acesso em: 15 de nov. 2017.
- AUSUBEL David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.
- BARDIN Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BORGES, A. Tarcisio. *Implementação dos PCNs em sala de aula: dificuldades e possibilidades*. 2006. (Coleção Explorando o Ensino - Física, volume 7).
- \_\_\_\_\_. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRAGA, Cleonice M. *O uso de modelos no ensino da divisão celular na perspectiva da Aprendizagem Significativa*. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Lei nº 9.394*, de 20/12/1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: <<https://bit.ly/1U7QxVu>>. Acesso em: 16 abr. 2017.
- \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Básica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, 2002.
- \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais*. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- DARROZ, Luiz M.; ROSA, Cleci W.; GHIGGI, Caroline M. Método Tradicional X Aprendizagem Significativa: investigação na ação dos professores de física. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 5, n. 1, p. 70-85, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2Jxshg6>>. Acesso em: 10 mar. 2017.
- GERHARDT, Tatiana E.; SILVEIRA, Denise T. (Org.). *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. (Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil - UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica - Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS). Disponível em: <<https://bit.ly/11Y0IHZ>>. Acesso em: 30 nov. 2016.
- GIANI, Kellen. *A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa*. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

GIL, Antonio C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 1999.

GOMES, Jocelma C.; CASTILHO, Weimar S. Uma visão de como a física é ensinada na escola brasileira, e a experimentação como estratégia para mudar essa realidade. In: Jornada de iniciação científica e extensão do IFTO, 1, 2010. Palmas. *Anais...* Palmas: IFTO, 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2sGeCZO>>. Acesso em: 20 dez. 2017. Anais eletrônicos

LOPES, Maria G. *Jogos na Educação: criar, fazer e jogar*. 4. ed. revista, São Paulo: Cortez, 2011.

MARQUES, Carlos V. S. *Proposta de Ensino de introdução à Física baseada na História e Filosofia da Ciência*. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências da Natureza) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/2JwtUux>>. Acesso em: 17 jan. 2017.

MEES, Alberto A. *Implicações das teorias de aprendizagem para o Ensino de Física*. Disponível em: <<https://bit.ly/2JbD4xj>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

MENDES, Jandu F.; COSTA, Ivan F.; SOUSA, Célia M. S. G. O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, n. 2, p. 1-9, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2LrU4Mz>> Acesso em: 05 jan. 2017.

MONTEIRO, Midiã M.; MARTINS, André F. P. História da ciência na sala de aula: uma sequência didática sobre o conceito de inércia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 37, n. 4, p. 4501-1-4501-9, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2sAAjLz>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

MOREIRA, Marco A. *O que é afinal aprendizagem significativa?* 2010. Porto Alegre. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2017. (Material de apoio aula inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais Referências Bibliográficas 183 da UFMG, Cuiabá, MT, 2010. Disponibilizado na disciplina Teorias de Aprendizagem do Curso de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, IOC/Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ, 2012. Aceito para publicação, Qurriculum, La Laguna, Espanha, 2012).

\_\_\_\_\_. *Organizadores prévios e aprendizagem significativa*. 2012. Porto Alegre. Disponível em: <<https://bit.ly/2JcDFPo>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

\_\_\_\_\_. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: E.P.U, 1999.

PEREIRA, Ricardo F.; FUSINATO, Polônia A.; NEVES, Marcos C. D. Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o Ensino de Física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: UFSC, 2009. p. 12-23.

PRASS, Alberto R. *Teorias da Aprendizagem*. 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2JvUTGt>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

RICON, Alan E.; ALMEIDA, Maria J. P. M. Ensino da Física e Leitura. *Revista Leitura: teoria & prática*, ano 10, n. 18, dez. 1991.

ROSA, Cleci T. W. Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de Física na Universidade de Passo Fundo. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 5, n. 2, p. 94-108, 2003. Disponível em: <<https://bit.ly/2JpTQrV>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

SANTOS, Robson J.; SASAKI, Daniel G. G. Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, p. 3506-1-3506-9, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2M2vGSt>>. Acesso em: 16 dez. 2017.

SASSERON, Lúcia H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte. v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2LoeO7D>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

TERRAZZAN, Eduardo A. *Textos de divulgação científica em aulas de Física: uma abordagem investigativa*. Santa Maria: UNIFRA, 2010.

TROVA, Nilson F. *O uso da rede social de aprendizagem Edmodo como auxílio no processo de ensino-aprendizagem*. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2kP407j>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

ZABALZA, Miguel. *Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

**APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado a participar da pesquisa referente a uma sequência didática relacionada ao estudo de Leis de Newton de responsabilidade da pesquisadora Taís Renata Schaeffer da Silva. Esta pesquisa busca qualificar o processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Física no Ensino Médio. As atividades serão desenvolvidas na escola durante os períodos da disciplina de Física.

Esclarecemos que a sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos sujeitos. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações.

Caso você tenha dúvida sobre a pesquisa poderá entrar em contato com a professora responsável e com o orientador de estudos, Dr. Carlos Ariel Samudio Pérez, através da coordenação do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo telefone (54) 3316 8363.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização.

Passo Fundo, \_\_\_\_ de setembro de 2017.

Nome do participante: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Pesquisadora: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE B - Questionário Pré-teste

### QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

1 - (UERJ-RJ) Leia atentamente os quadrinhos a seguir.



A solução pensada pelo gato Garfield para atender à ordem recebida de seu dono está fisicamente correta? Justifique sua resposta.

2 - (Fafic) A afirmativa errada é:

- Uma partícula está em “equilíbrio” quando está em “repouso” ou em “movimento retilíneo uniforme”.
- A resultante das forças que agem sobre uma partícula em equilíbrio é nula.
- Quando um corpo cai para Terra, a Terra cai para o corpo.
- Quando um corpo está apoiado na superfície da Terra, e portanto, em contato com ela, as forças que a Terra exerce sobre o corpo são: uma de ação à distância (o peso do corpo) e outra de contato (força normal).
- Quando um homem sobre patins empurra uma parede para frente, ele adquire um movimento para trás e a parede continua em repouso, porque a força que o homem exerce sobre a parede é menor que a força que a parede exerce sobre o homem.

3 - Observe a imagem abaixo:



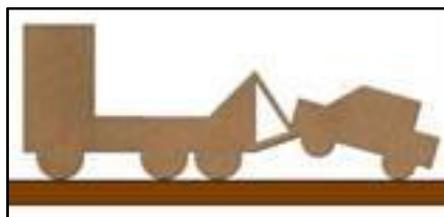
Se as pessoas que estão em pé não estivessem se segurando o que aconteceria com elas se o motorista freasse o ônibus? Fisicamente, por que isso acontece?

4 - Observe as imagens e responda.



- a) a) Nas imagens acima temos dois carrinhos de supermercado, um cheio e um vazio. Qual dos carrinhos necessita uma força resultante maior para sair do repouso? Justifique.
- b) b) Se aplicarmos uma força resultante igual para os dois carrinhos, qual deles vai adquirir maior aceleração? Justifique.
- c) c) Agora pense apenas no carrinho vazio. Se colocarmos o carrinho num chão bem liso, e depois colocarmos o mesmo carrinho num chão cheio de imperfeições, ao aplicar forças resultantes iguais a aceleração do carrinho será igual nas duas superfícies? Justifique.

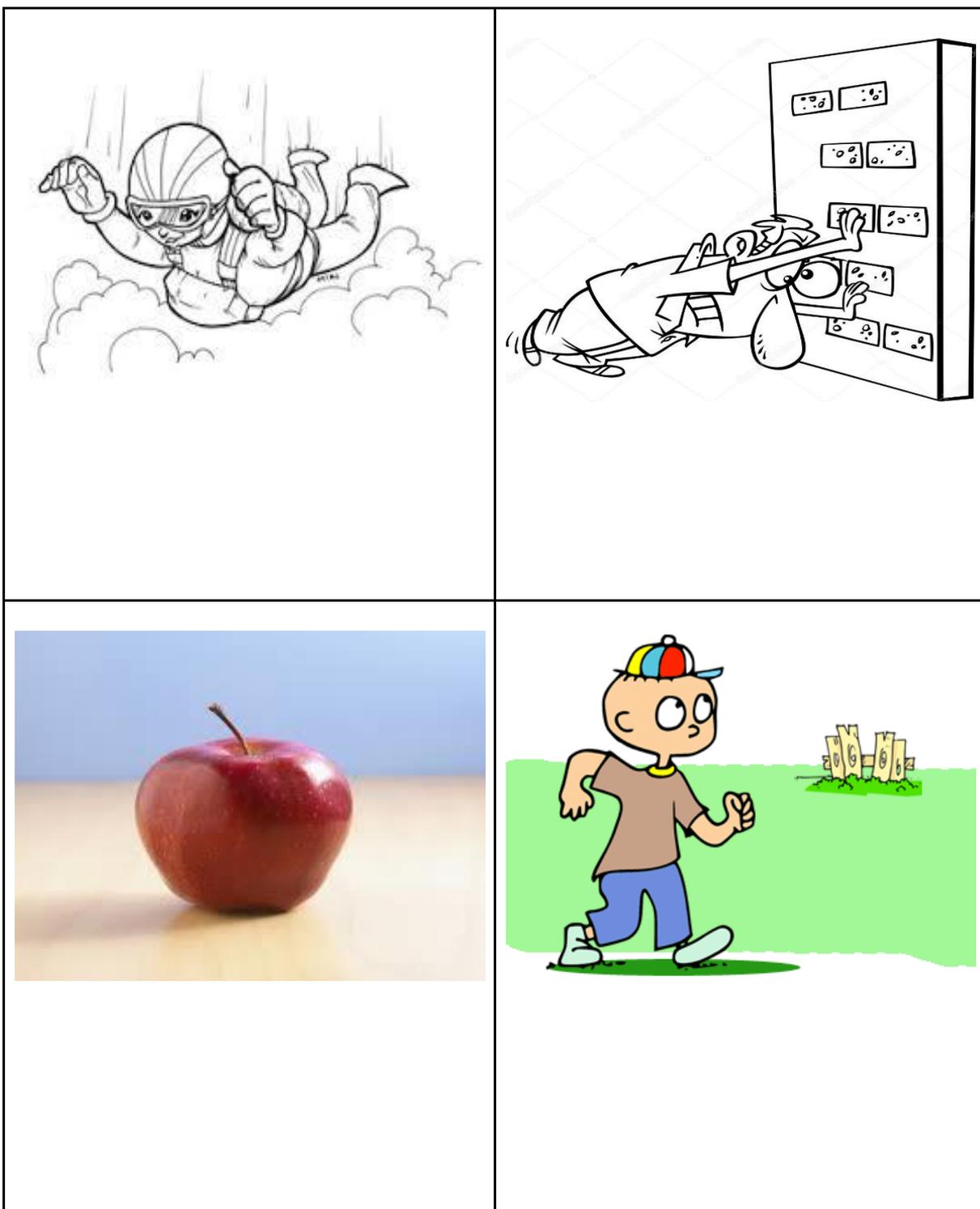
5 - (ITA-SP) Um guincho que está rebocando um carro está acelerando numa estrada plana e reta. Nestas condições, a intensidade da força que o guincho exerce sobre o carro é:



- a) igual à intensidade da força que o carro exerce sobre o guincho.
- b) maior que intensidade da força que o carro exerce sobre o guincho.
- c) igual à intensidade da força que o carro exerce sobre a estrada.
- d) igual à intensidade da força que a estrada exerce sobre o carro.
- e) igual à intensidade da força que a estrada exerce sobre o guincho.

**APÊNDICE C - Atividade das Figuras****ATIVIDADE DAS FIGURAS**

Desenhe nas figuras abaixo vetores representando as forças existentes em cada caso e identificando-as:



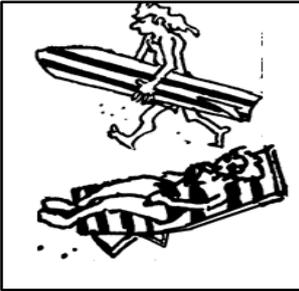
## APÊNDICE D - Texto sobre as forças

### ONDE ESTÃO AS FORÇAS?

As formas pelas quais os objetos interagem uns com os outros são muito variadas. A interação das asas de um pássaro com o ar, que permite o voo, por exemplo, é diferente da interação entre uma raquete e uma bolinha de pingue-pongue, da interação entre uma lixa e uma parede ou entre um ímã e um alfinete.

Isaac Newton, o famoso físico inglês do século XVIII, conseguiu elaborar leis que permitem lidar com toda essa variedade, descrevendo essas interações como forças que agem entre os objetos. Cada interação representa uma força diferente, que depende das diferentes condições em que os objetos interagem. Mas todas obedecem aos mesmos princípios elaborados por Newton, e que ficaram conhecidos como Leis de Newton. Para compreender melhor essa variedade de interações é que apresentamos a cena da página anterior. Agora vamos dar um “zoom” em alguns detalhes para observar mais de perto alguns exemplos dessas interações.

	<p><b>Gravidade</b></p> <p>As coisas caem porque são atraídas pela Terra. Há uma força que “puxa” cada objeto para baixo e que também é responsável por manter a atmosfera sobre a Terra e também por deixar a Lua e os satélites artificiais em órbita. É a chamada <b>força gravitacional</b>. Essa força representa uma interação existente entre a Terra e os objetos que estão sobre ela.</p>		<p><b>Na água</b></p> <p>A água também pode sustentar coisas, impedindo que elas afundem. Essa interação da água com os objetos se dá no sentido oposto ao da gravidade e é medida através de uma força que chamamos de <u>empuxo hidrostático</u>. É por isso que nos sentimos mais “leves” quando estamos dentro da água. O que sustenta balões no ar também é uma força de empuxo, igual à que observamos na água.</p>
---	--	--	---

	<p><b>Sustentação</b></p> <p>Para que as coisas não caiam é preciso segurá-las. Para levar a prancha o garotão faz força para cima. Da mesma forma, a cadeira sustenta a moça, enquanto ela toma sol. Em cada um desses casos, há duas forças opostas: a força da gravidade, que puxa a moça e a prancha para baixo, e uma força para cima, de sustentação, que a mão do surfista faz na prancha e a cadeira faz na moça. Em geral, ela é conhecida como <u>força normal</u>.</p>		<p><b>No ar</b></p> <p>Para se segurar no ar o pássaro bate asas e consegue com que o ar exerça uma força para cima, suficientemente grande para vencer a força da gravidade. Da mesma forma, o movimento dos aviões e o formato especial de suas asas acaba por criar uma força de sustentação.</p> <p>Essas forças também podem ser chamadas de empuxo. Porém, trata-se de um <u>empuxo dinâmico</u>, ou seja, que depende de um movimento para existir. As forças de empuxo estático que observamos na água ou no caso de balões, não dependem de um movimento para surgir.</p>
	<p><b>Atritos</b></p> <p>Coisas que se raspam ou se esfregam estão em atrito umas com as outras. Esse atrito também representa uma interação entre os objetos. Quando você desliza a mão sobre a pele da pessoa amada, está exercendo sobre ela uma <u>força de atrito</u>.</p> <p>De um modo geral, as forças de atrito se opõem aos movimentos. Ou seja, seu sentido é oposto ao sentido do movimento. É isso que permite que um carro freie e pare: a força de atrito entre o disco e a pastilha dos freios e o atrito entre o pneu e o chão.</p> <p>As forças de atrito são também as responsáveis pela locomoção em terra. Quando empurramos a Terra para trás para ir para a frente, estamos interagindo através do atrito entre os pés e o chão.</p>		<p><b>Resistências</b></p> <p>Em que difere o andar desses dois cavalheiros? Ambos empurram o chão para trás para poderem ir para a frente, interagem através da força de atrito.</p> <p>Porém, este senhor que caminha na água encontra uma dificuldade maior por que a água lhe dificulta o movimento. Esse tipo de interação se representa através do que chamamos de força de resistência. Como o atrito a força de resistência é oposta ao movimento.</p> <p>A força de resistência também surge nos movimentos no ar. É isso que permite a existência dos paraquedas.</p>

## APÊNDICE E - Atividade Experimental 1

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1

1. Vamos conversar sobre as superfícies apresentadas nas figuras 1 e 2, discutindo e anotando as semelhanças que o grupo observar.

Figura 1 - Pista de Boliche



Figura 2 - Pista de Patinação



2. Continuando a discussão vamos desenvolver uma atividade experimental referente ao movimento de um bloco que apresenta diferentes superfícies.
3. Observe os equipamentos usados na atividade experimental:

Figura 3 - Equipamentos usados na atividade experimental



4. Vamos estudar o movimento do bloco e observar as alterações que ocorrem quando mudamos a superfície. Será que o tempo que o bloco demora para percorrer certa distância será o mesmo em todas as situações?

5. Vamos pensar sobre a atividade, para isso respondam em grupo as perguntas abaixo:

- a) Como fazer o bloco se movimentar?
- b) Qual o trajeto que será considerado? Qual a força usada?
- c) Como organizar a atividade? Discutam como fazer para que um de vocês registre o tempo, outro posicione o bloco e terceiro faça as anotações.
- d) Após organizar o grupo vamos pensar como fazer. A sugestão é que vocês filmem o movimento do bloco e após verifiquem o tempo. Atenção a força aplicada deve ser igual para todas as superfícies, mas é necessário que o bloco não se mova nem muito lentamente nem muito rapidamente!
- e) Registrem os dados numa tabela e para ter mais segurança nas medidas, repitam, no mínimo, três vezes o procedimento, anotando cada tempo e depois estabeleçam uma média.

6. Conversando sobre a atividade

- a) Observe cada uma das superfícies usadas. Descreva sua diferença.
- b) Em relação ao tempo de deslocamento do bloco, todas as superfícies foram iguais?

Explique a relação entre a superfície usada e a facilidade/ dificuldade do movimento do bloco.

## APÊNDICE F - Jogo Torre de Inércia

### JOGO TORRE DE INÉRCIA

#### **Materiais:**

- Copos de plásticos
- Cartas de baralho ou cartões recortados de folha sulfite 60 em tamanho padrão
- Blocos de madeira

#### **Montagem:**

Construir uma torre usando copos empilhados, intercalados com as cartas de baralho.  
Construir a segunda torre, de igual forma, usando os blocos de madeira.

#### **Regras:**

Os participantes devem remover as cartas das torres sem derrubá-la.

## APÊNDICE G - Foguetes de Balão

### FOGUETES DE BALÃO

#### **Materiais:**

- Barbante
- Canudinho
- Balão
- Fita

#### **Montagem:**

Cortar um pedaço de Barbante de aproximadamente 2 metros. Passar o barbante dentro do canudinho. Encher o balão sem arramar, segurando a saída de ar. Em seguida, posicionar dois estudantes segurando a extremidade do fio, de maneira fique esticado. Fixar com a fita o balão cheio ao canudinho.

#### **Procedimento:**

Após a montagem, liberar soltar a saída de ar do balão e observar o movimento do mesmo. Repetir o processo, aumentando ou diminuindo a quantidade de ar do balão e observem as diferenças.

## APÊNDICE H - Questionário

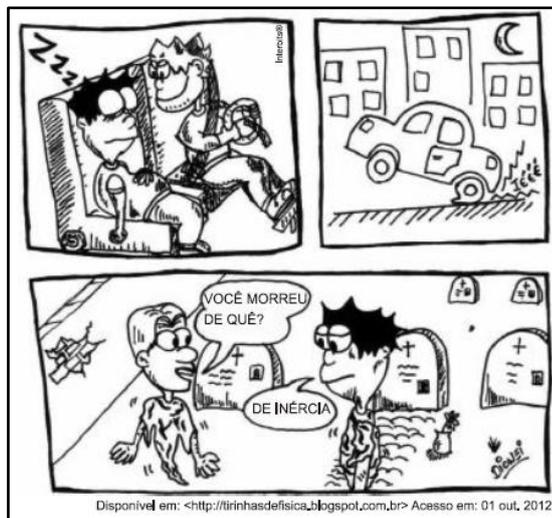
### QUESTIONÁRIO

1) O que é força?

2) Quando você está parado sobre o chão, este exerce uma força orientada para cima contra seus pés? Quanta força o chão exerce? Por que você não se move para cima por causa dessa força?

3) Um objeto pode estar em equilíbrio mecânico quando apenas uma única força age sobre ele? Explique.

4) Ao analisar a situação representada na tirinha abaixo, quando o motorista freia subitamente, o passageiro:



- mantém-se em repouso e o para-brisa colide contra ele.
- tende a continuar em movimento e colide contra o para-brisa.
- é empurrado para frente pela inércia e colide contra o para-brisa.
- permanece junto ao banco do veículo, por inércia, e o para-brisa colide contra ele.
- é empurrado para trás pelo para-brisa que por inércia o atinge.

- 5) Seu colega lhe diz que inércia é uma força que mantém as coisas em seus lugares, em repouso ou em movimento. Você concorda? Se sim ou se não, explique por quê.
- 6) Uma sonda espacial pode ser levada por um foguete até o espaço exterior. O que mantém a sonda em movimento após o foguete parar de impulsioná-la?
- 7) Por que você cambaleia para frente quando o ônibus para subitamente? Por que você cambaleia para trás quando ele torna-se mais rápido? Que lei se aplica aqui?
- 8) Jogue uma bola de boliche numa pista e notará que ela move-se cada vez mais lentamente com o decorrer do tempo. Isso viola a lei de Newton da Inércia? Justifique sua resposta.
- 9) Explique a terceira lei de Newton.
- 10) Considere duas forças atuando sobre uma pessoa que se mantém parada, ou seja, o puxão da gravidade para baixo e a força de apoio do piso para cima. Essas forças são iguais e opostas? Elas formam um par de ação e reação? Justifique.

## APÊNDICE I - Texto Massa e Peso

Imagine a seguinte situação: *Você deve mover um celular e uma geladeira. Qual dos dois será mais difícil de mover?*

A geladeira possui uma massa maior que um celular, e conseqüentemente possui maior inércia, logo é mais difícil alterar seu estado de movimento. No nosso cotidiano usamos o conceito de peso como sinônimo de massa, mas existem diferenças:

Massa é proporcional à quantidade de matéria (depende do tipo de matéria que forma o corpo) de um corpo e também uma medida de inércia, ou seja, a dificuldade que um objeto apresenta a qualquer tentativa de alterar seu estado de movimento. Uma das unidades de medida de massa é quilograma, representada por kg. Quando falamos que certa pessoa tem 60kg estamos indicando sua massa.

Quando um objeto qualquer está mergulhado no campo gravitacional, sofre uma força, chamada de força gravitacional ou simplesmente de PESO. Obtemos a medida da força-peso através do produto entre a massa do objeto e o campo gravitacional onde se encontra:

$$P = m \cdot g$$

P = peso (N)

m = massa (kg)

g = aceleração gravitacional (m/s<sup>2</sup>)

Logo, é o campo gravitacional da Terra que faz com que os objetos sejam atraídos em direção a ela. Esse campo preenche todo o espaço ao redor do planeta e nos mantém sobre ele. Também é ele que mantém a Lua girando em torno da Terra e segura a atmosfera em nosso planeta. Se não houvesse um campo gravitacional suficientemente forte, a atmosfera se dispersaria pelo espaço. Na verdade, TODOS os objetos possuem campo gravitacional, porém só percebermos seus efeitos se o objeto possuir uma massa imensa igual à da Terra.

Assim como a Terra ou qualquer outro objeto, a Lua também tem seu campo gravitacional. Só que lá, como vemos nos filmes, um astronauta parece ser mais leve do que na Terra. A verdade é que na Lua o peso do astronauta é menor, pois o campo gravitacional da Lua é menor do que o campo gravitacional da Terra.



A massa do astronauta, entretanto, não muda quando ele se quando ele vai da Terra para a Lua, o que se modifica é o seu peso. O peso do astronauta ou de qualquer outro objeto é tanto maior quanto maior for o campo gravitacional no local onde ele se encontra. Observe a tabela com valores para aceleração gravitacional de alguns planetas:

Astro	Aceleração da gravidade (m/s <sup>2</sup> )
Lua	1,6
Vênus	8,8
Terra	9,8
Marte	3,8
Júpiter	26,4
Netuno	11,8
Plutão	0,5

Fonte: Adaptado de <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

**APÊNDICE J - Questões sobre peso e massa****QUESTÕES SOBRE PESO E MASSA**

- 1) Explique a diferença entre massa e peso.
- 2) Qual a relação entre massa e inércia?
- 3) Qual a relação entre a massa e o peso?
- 4) Qual o peso de um tijolo de 1 kg?
- 5) Qual o peso de um astronauta de 80kg na Lua?
- 6) Se o peso de um objeto na Terra é igual a 147N, qual o valor da sua massa?
- 7) Leia a seguinte afirmação: “Uma pessoa possui 50kg de massa, porém na Lua esse valor seria menor devido à ação da gravidade ser diferente ao da Terra.” Essa afirmação está correta? Por quê?
- 8) O peso depende da localização? Explique.

## APÊNDICE K - Atividade Experimental 2

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL 2

1) Vamos conversar sobre as superfícies apresentadas nas figuras 1 e 2, discutindo e anotando as diferenças que o grupo observar.

Figura 1 - Charrete puxada por vários cavalos.



Figura 2 - Charrete puxada por um cavalo.



2) Continuando a discussão vamos desenvolver uma atividade experimental referente ao movimento de um bloco submetido a diferentes forças.

3) Observe os equipamentos usados na atividade experimental:



4) Vamos estudar o movimento do bloco e observar as alterações que ocorrem quando mudamos a força aplicada. Será que o tempo que o bloco demora para percorrer certa distância será o mesmo em todas as situações?

5) Vamos pensar sobre a atividade, para isso respondam em grupo as perguntas abaixo:

- a) Como fazer o bloco se movimentar?
- b) Qual o trajeto que será considerado? Qual a superfície que será considerada?
- c) Como organizar a atividade? Discutam como fazer para que um de vocês registre o tempo, outro posicione o bloco e terceiro faça as anotações.
- d) Após organizar o grupo vamos pensar como fazer. A sugestão é que vocês filmem o movimento do bloco e após verifiquem o tempo. Atenção a superfície usada deve ser a mesma em todas as medições.
- e) Registrem os dados numa tabela e para ter mais segurança nas medidas, repitam, no mínimo, três vezes o procedimento, anotando cada tempo e depois estabeleçam uma média.

6) Conversando sobre a atividade:

- a) Em relação ao tempo de deslocamento do bloco, foram iguais em todas as situações?
- b) Explique a relação entre a força usada e o movimento do bloco.
- c) Em grupo estabeleçam o objetivo dessa atividade:

## APÊNDICE L - Texto sobre a Segunda Lei de Newton

### A ACELERAÇÃO DO CARRO E A SEGUNDA LEI

..... Que carro acelera mais? .....			
carro	motor	massa	tempo de aceleração (0 a 100 km/h)
Trave Plus	PowerRanger 1.0	848 kg	10,0 s
Trave GTi 16 V	NoPower 2.0	848 kg	8,3 s
Paramim	PowerRanger 1.0	967 kg	12,5 s

**A tabela mostra o desempenhos de modernos veículos nacionais. Você é capaz de dizer por que uns aceleram mais rápido do que os outros?**

Você pode observar pela tabela acima, que alguns modelos atingem mais rapidamente a velocidade de 100 km/h. Se compararmos os dois primeiros carros, veremos que seus motores são diferentes, mas que eles possuem a mesma massa. Na verdade, a principal diferença entre eles é o motor, que é o responsável pela força.

O segundo carro possui um motor mais potente, o que significa que ele é capaz de exercer uma força maior. Isso explica o menor tempo para se atingir a marca dos 100km/h. Por outro lado, o primeiro e o terceiro carros (Trave Plus e Paramim) têm o mesmo motor, porém seus tempos de aceleração são diferentes. Por que será? Se você observar bem, verá que o carro que possui maior massa é o que acelera menos (maior tempo), o que nos leva a concluir que uma massa maior provoca uma aceleração menor.

De acordo com, a Segunda Lei de Newton do Movimento:

*A aceleração de um objeto é diretamente proporcional à força resultante atuando sobre ele; tem o mesmo sentido que esta força e é inversamente proporcional à massa do objeto.*

Matematicamente:  $F = m \cdot a$

## APÊNDICE M - Questões sobre a Segunda Lei de Newton

### QUESTÕES SOBRE A SEGUNDA LEI DE NEWTON

- 1- Explique a 2ª Lei de Newton.
- 2- Ao aplicar a mesma força resultante sob dois objetos de massas diferentes, qual deles irá adquirir maior aceleração?
- 3- Se a força resultante que atua sobre um bloco que desliza é de algum modo triplicada, em quanto cresce a aceleração?
- 4- Calcule a força resultante que age sob um bloco com massa de 50kg que adquire uma aceleração de  $10\text{m/s}^2$ .
- 5- Calcule a aceleração adquirida por um bloco de massa 10kg no qual é aplicado uma força resultante de 25N.

## APÊNDICE N - Jogo trilha Leis de Newton

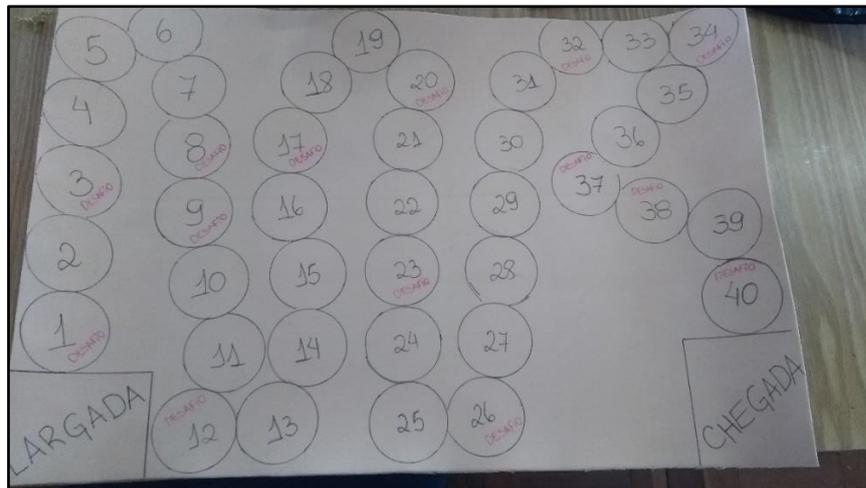
### JOGO TRILHA LEIS DE NEWTON

#### Materiais necessários para construção do jogo:

- E.V.A
- Folhas Sulfite 60
- Canetinha
- Dado numérico
- Tampinhas de refrigerante ou semelhante para ser usado como marcador (pode utilizar também apontador, borracha e etc.).

#### Modelo de Trilha:

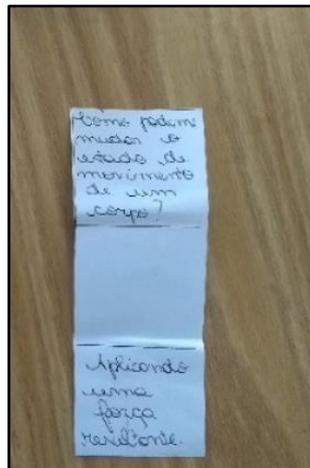
Na folha de EVA fazer 40 marcações sequenciais (casas) e numerá-las de 1 a 40 (ver figura a seguir), escolher 14 casas e escrever a palavra: Desafio.



#### Modelos de cartas perguntas:

Cortar o sulfite 60 em tiras, dobrar em 3 partes iguais, em seguida, no primeiro espaço escrever uma pergunta e no último a resposta da respectiva pergunta (ver a seguir). Dobrar as cartas, na seguinte ordem: primeiramente o último quadrado direcionado ao meio e depois o

primeiro quadrado direcionado ao meio. O número de cartas perguntas é livre, sugere-se que sejam confeccionadas 15 cartas perguntas.



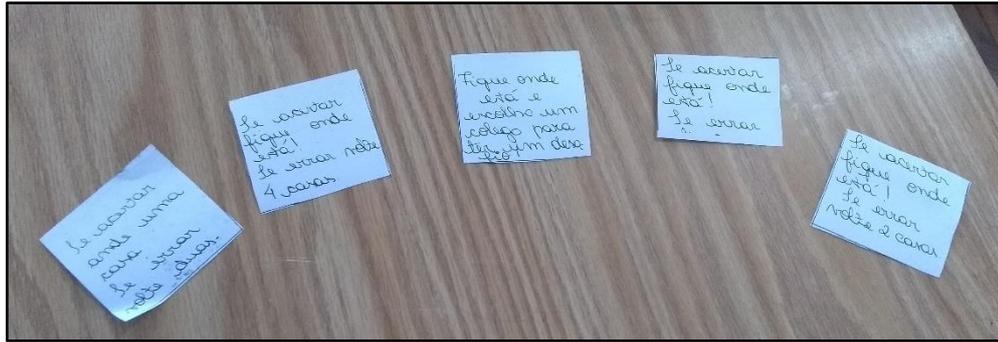
### **Exemplos de perguntas e respostas:**

- As forças de ação e reação são iguais em módulo? Sim.
- Como podemos alterar o estado de movimento de um corpo? Aplicando uma força resultante.
- Qual o instrumento que mede peso? Dinamômetro.
- Qual o instrumento que mede massa? Balança.
- Qual a unidade de medida de massa no Sistema Internacional de Unidades? Quilograma.
- Qual a unidade de medida de força no Sistema Internacional de Unidades? Newton.
- Se dobramos a força aplicada sob um corpo de massa  $m$ , o que acontecerá com a sua aceleração? Também aumentará duas vezes.

### **Modelo de carta consequência**

Cortar a sulfite 60 em pequenos quadrados, em cada um deles escrever uma consequência para o acerto e uma para erro, use da criatividade. Exemplos:

- Se errar volte 2 casas. Se acertar ande 2 casas.
- Se errar volte 4 casas. Se acertar fique onde está!
- Escolha um colega para responder se ele errar ele volta 2 casas, se ele acertar você volta 2 casas.
- Sem perguntas para você!



### Regras do jogo:

- Número de jogadores: 3 a 7 pessoas.
- Cada jogador deverá ter um marcador, podem ser usados tampinhas de refrigerante, ou mesmo borracha, apontadores, etc.
- Para iniciar o jogo, cada jogador deve jogar o dado para estabelecer a ordem de jogada, o primeiro jogador será o de maior pontuação e assim sucessivamente, em caso de empate, os jogadores empatados devem o dado novamente.
- Estabelecida a ordem de jogada, cada jogador deverá lançar o dado na sua vez, andando o número de casas correspondente ao número tirado, marcando a casa com o marcador.
- Se o jogador cair na casa desafio deverá retirar uma carta consequência e ler para todos, e em seguida, se for o caso, deverá pegar uma carta pergunta entregando a outro colega que vai ler para o desafiante. Após confirmar se o colega acertou ou errou, este, deverá obedecer a carta consequência!
- Cada jogador só tem direito a uma jogada por vez, independentemente se ao cumprir uma carta consequência cair em outra casa desafio!
- O primeiro a chegar ao final é o vencedor!

**APÊNDICE O - Questionário Pós-teste****QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE**

1 - Diferencie peso e massa.

2 - Qual a relação entre a importância do uso do cinto de segurança com a primeira Lei de Newton?

3 - A Inércia de um corpo está associada:

- a) ao seu movimento.
- b) à sua massa.
- c) ao seu repouso
- d) à sua aceleração.
- e) à sua capacidade de fazer uma curva.

4 - Quando jogamos uma bola fazendo-a rolar sobre o piso ela se desloca uma certa distância e para. Mesmo em superfícies muito lisas ela para após percorrer uma grande distância. Como podemos explicar que os planetas girem em torno do sol por bilhões de anos sem parar e mesmo sem diminuir suas velocidades?

5 - Calcule o peso de um corpo de massa 70Kg que se encontra na Terra, onde a aceleração gravitacional é  $9,8\text{m/s}^2$ .

6 - Marque a alternativa que expressa as características da força de Reação:

- a) Maior intensidade do que a ação, mesmo sentido, mesma direção.
- b) Menor intensidade do que a ação, sentido contrário, mesma direção.
- c) Mesma intensidade do que a ação, sentido contrário, mesma direção.
- d) Mesma intensidade do que a ação, mesmo sentido, mesma direção.
- e) Maior intensidade do que a ação, mesmo contrário, mesma direção.

7 - Calcule a força resultante que age sob um corpo de massa 35kg que adquire aceleração de  $3\text{m/s}^2$ .

8 - Dois corpos um de massa 20kg e outro de massa 30kg são submetidos a mesma força resultante. Nessas condições, qual irá adquirir maior aceleração? Explique.

9 - Se você jogar uma bola contra a parede, a bola aplicará uma força sobre ela. Nesse caso qual será a reação?

**PRODUTO EDUCACIONAL**

O Produto Educacional encontra-se disponível nos endereços:  
[http://docs.upf.br/download/ppgecm/Tais\\_Renata\\_Silva\\_Produto.pdf](http://docs.upf.br/download/ppgecm/Tais_Renata_Silva_Produto.pdf)  
<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/206802>



**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O  
ESTUDO DAS LEIS DE NEWTON**

Taís Renata Schaeffer da Silva

Carlos Ariel Samudio Pérez

Passo Fundo

2018

## APRESENTAÇÃO

Esse material didático é destinado aos professores de Física do Ensino Médio das diferentes redes de ensino, resultado de uma dissertação do Mestrado Profissional de Ensino em Ciências e Matemática, realizada na Universidade de Passo Fundo (UPF), sob a orientação do Dr. Carlos Ariel Samudio Pérez.

Tal material refere-se a uma sequência didática para abordar conceitos relacionados às Leis de Newton, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, que objetiva uma aprendizagem que vai além da mera memorização, mas que se baseia na realidade do educando e busca suporte em seus conhecimentos prévios.

Destaca-se que o ensino de Física nas escolas, tem se fundamentado exhaustivamente na oratória do professor, tendo-se pouco espaço para metodologias que envolvam os educandos, que não passam de expectadores e reprodutores de informações. Nesse sentido, a justificativa da construção dessa proposta surgiu da necessidade de oportunizar uma reflexão sobre a prática docente, de modo a buscar uma aprendizagem mais eficiente, resgatando a motivação dos educandos em aprender.

Para tanto, a elaboração dessa sequência didática buscou utilizar variados recursos tais como: vídeos, leituras, atividades experimentais, jogos, etc. Com isso, objetiva-se que as atividades aqui propostas, possam auxiliar os professores no desenvolvimento de conteúdos relativos às Leis de Newton e enriquecer as aulas de Física.

Por fim, ressalta-se que o material é de acesso e distribuição gratuita, podendo o professor realizar alterações quando necessário, desde que mencionado a autoria do trabalho original.

CIP – Catalogação na Publicação

---

S586s Silva, Taís Renata Schaeffer

Uma sequência didática para o estudo das Leis de Newton [recurso eletrônico] / Taís Renata Schaeffer da Silva, Carlos Ariel Samudio Pérez. – 2018.

1.4 Mb ; PDF. – (Produtos Educacionais do PPGECEM)

Inclui bibliografia.

ISSN 2595-3672

Modo de acesso gratuito: <<http://www.upf.br/ppgecm>>.

Este material integra os estudos desenvolvidos junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECEM), na Universidade de Passo Fundo (UPF), sob orientação do Prof. Dr. Carlos Ariel Samudio Pérez.

1. Física – Métodos de ensino. 2. Leis de Newton. 3. Ensino médio. I. Samudio Pérez, Carlos Ariel. II. Título. III. Série.

CDU: 53

---

Catalogação: Bibliotecária Marciéli de Oliveira - CRB 10/2113

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO: A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ESTRUTURA DAS ATIVIDADES.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>A SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>Primeiro Encontro .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2</b>	<b>Segundo Encontro.....</b>	<b>7</b>
<b>3.3</b>	<b>Terceiro Encontro.....</b>	<b>11</b>
<b>3.4</b>	<b>Quarto Encontro: 2h/ aula.....</b>	<b>14</b>
<b>3.5</b>	<b>Quinto Encontro .....</b>	<b>15</b>
<b>3.6</b>	<b>Sexto Encontro .....</b>	<b>16</b>
<b>3.7</b>	<b>Sétimo Encontro: 2h/ aula .....</b>	<b>18</b>
<b>3.8</b>	<b>Oitavo Encontro.....</b>	<b>20</b>
<b>3.9</b>	<b>Nono Encontro .....</b>	<b>22</b>
<b>3.10</b>	<b>Décimo Encontro: 2h/ aula .....</b>	<b>25</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO: A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

David Ausubel, em sua Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), diferencia dois tipos de aprendizagem: aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Comparativo entre Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica

Aprendizagem Significativa	Aprendizagem Mecânica
É um processo onde uma nova informação interage com conhecimentos já preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, chamados subsunçores	É um processo onde a nova informação tem pouca ou nenhuma interação com conceitos existentes na estrutura cognitiva do estudante, sendo armazenada de maneira arbitrária sem ligar-se aos subsunçores. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada.

Fonte: Adaptado. MOREIRA, 1999.

Ausubel defende a promoção da Aprendizagem Significativa. Aprender significativamente é conseguir aplicar o conhecimento em situações diferentes daquela que aprendeu (MOREIRA, 1999). Já aprendizagem mecânica nada mais é do que a famosa decoreba, o aprender sem saber o porquê e pra que, restrito, muitas vezes, a determinadas situações escolares e facilmente esquecida.

Logo, quando o foco do professor é a Aprendizagem Significativa, ele deve orientar sua prática de maneira que possa facilitar esse processo. Nesse sentido, a TAS elucida 3 aspectos necessários para promoção da Aprendizagem Significativa:

- O aprendiz deve ter subsunçores relevantes em sua estrutura cognitiva para ancorar os novos conceitos;
- Utilizar material potencialmente significativo;
- Disposição do aprendiz em relacionar esse novo conceito.

Com relação aos subsunçores, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios para ancorar a nova aprendizagem e também para o desenvolvimento de conceitos subsunçores. (MOREIRA; MASINI, 2011)

Os organizadores prévios são materiais introdutórios, apresentados antes do novo conceito, possuem certo nível de abstração, generalidade e exclusividade e têm como função realizar pontes cognitivas entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que vai ser ensinado, ou

seja, resgatar os conhecimentos anteriores que os estudantes possuem. Nesse sentido, Ausubel destaca que “[...] o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL, 1968, apud MOREIRA, 1999, p. 163).

Podem ser utilizadas como organizadores prévios diversas atividades tais como: simulações computacionais, demonstrações, vídeos, textos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc. Nesse momento, torna-se importante dar espaço para os estudantes expressarem seus conhecimentos que posteriormente serão usados para subsidiar as futuras aprendizagens.

Quanto a utilizar material potencialmente significativo, significa organizar de tal maneira os conceitos abordados, os instrumentos, as atividades, afim de que o estudante consiga relacionar os conceitos apresentados mais facilmente. Além do uso dos organizadores prévios, destaca-se alguns princípios para auxiliar a prática docente na construção desse material que são: a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação.

- A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor resultante da sucessiva utilização desse para dar significado a novos conhecimentos. Em termos didáticos, os conceitos devem ser trabalhados de maneira que primeiro sejam apresentados os conceitos mais gerais e depois, progressivamente, apresentado os conceitos mais específicos.
- A reconciliação integradora acontece em concomitância com a diferenciação progressiva, trata-se de relacionar e diferenciar os conceitos apresentados.
- Organização sequencial é a disposição sucessiva dos tópicos ou unidades a serem abordados, visando à simplificação do processo de compreensão e apropriação dos conteúdos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).
- A consolidação consiste em somente apresentar novos conceitos quando os anteriores estiverem totalmente compreendidos.

Em relação a disposição do aprendiz em aprender significativamente, Ausubel aponta que o estudante decide se vai aprender significativamente ou vai apenas memorizar, entretanto isso está condicionado a uma série de fatores que podem influenciar a esse tipo de comportamento. Os aspectos cognitivos, podem ser uma variável, como ausência de subsunções, subsunçores ‘pobres’, aulas que não despertam o interesse do aluno, avaliações nesses padrões, entre outros. Para Prass (2012):

Mesmo que o material (ou a aula) seja potencialmente significativo para o estudante, ele pode optar por simplesmente decorá-lo (aprendizado mecânico). Vários fatores podem levar o estudante a este tipo de postura, desde o fato de estar acostumado com aulas e avaliações que exigem respostas idênticas a um gabarito pouco flexível e alheio às suas características individuais (como maturidade matemática e estilo de redação), até o fato de não ter tempo, estímulo ou material adequado para uma aprendizagem significativa (PRASS, 2012, p. 31).

Nem todos esses fatores estão ao alcance do trabalho do professor, mas o educador fica responsável por selecionar os caminhos para a Aprendizagem Significativa. Considerando os princípios para construir um material potencialmente significativo, o professor pode utilizar em suas aulas atividades que propiciem maior envolvimento dos estudantes, que envolvam refletir e conseqüentemente estabelecer conexões entre aquilo que ele já sabe o que vai aprender, buscando contextualizações.

Nesse sentido, o processo de avaliação também deve ser repensado, pois se o objetivo é promover uma aprendizagem significativamente, questões engessadas e avaliações padronizadas não são a melhor maneira de avaliar.

A avaliação da aprendizagem significativa implica outro enfoque, porque o que se deve avaliar é compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não-conhecidas, não-rotineiras (MOREIRA, 2012, p. 10). Porém, essas situações novas devem ser propostas não apenas na avaliação, mas em todo o processo de aprendizagem, de maneira gradativa. Assim como, a avaliação não deve ser apenas ao fim, deve ser formativa, ou seja, ao longo do processo. A avaliação deve ter caráter recursivo, ou seja, não ignorando os erros dos alunos, utilizando deles para promover a aprendizagem.

Nesse sentido, a presente sequência didática foi elaborada considerando todos os aspectos relevantes da TAS. Os organizadores prévios dos estudantes, receberam ênfase, pois de acordo com Ausubel (MOREIRA, 1999) observamos que os subsunçores são elementos essenciais para aprendizagem significativa, em relação ao assunto Leis de Newton, percebemos que os alunos apresentam inúmeras concepções, ideias fruto do próprio cotidiano, logo, foi pensado inúmeros momentos para que o aluno pudesse, resgatar e expor esses conhecimentos.

Ainda, para as aulas se propõe situações problemas de maneira progressiva. Para tanto, buscaram-se uma série de atividades que envolvessem os estudantes e que os motivassem, colocando-os num papel mais ativo na sala de aula.

## 2 ESTRUTURA DAS ATIVIDADES

As atividades aqui propostas relacionam os pressupostos das Leis de Newton com a Aprendizagem Significativa, nesse sentido, elencamos alguns pilares na construção dessa sequência didática:

- Antes de iniciar o novo conteúdo é necessário fazer um resgate dos subsunçores dos alunos;
- Durante a sequência didática apresentar situações-problemas, aumentando o nível de complexidade;
- Buscar atividades integrativas que tornam o estudante protagonista e que o estimulem a refletir;
- Considerar os princípios de diferenciação progressiva, reconciliação integradora no momento de apresentação de conceitos;
- Organizar atividades em grupos;
- Avaliar o estudante durante todo o processo, e também, por meio de uma avaliação final individual, na qual, deverão ser propostas situações novas acerca dos conceitos aprendidos.

A sequência didática proposta está estruturada para ser aplicada em 10 encontros, sugere-se, que cada um deles tenha duração de 2h/ aula.

### 3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

#### 3.1 Primeiro Encontro

Neste encontro, propõe-se resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre Leis de Newton. Para tanto, sugere-se iniciar a sequência didática usando como organizadores prévios dois vídeos, os quais foram selecionados afim de instigar um debate e estimular os estudantes a expor suas ideias. Nesse sentido, conforme Quadro 2, foram selecionados vídeos relacionados ao uso do cinto de segurança, por se tratar de um tema presente no cotidiano.

Quadro 2 - Vídeos selecionados

	<p>Vídeo 1: Acidente criança sem cinto de segurança: Apresenta o que ocorre num acidente de trânsito, quando um passageiro não está usando o cinto de segurança, sendo lançado para frente. Disponível em: &lt;<a href="https://bit.ly/2Jrhwc4">https://bit.ly/2Jrhwc4</a>&gt;.</p>
	<p>Vídeo 2: Comercial sobre o uso do cinto de segurança: Apresenta a função e a importância do uso do cinto de segurança. Disponível em: &lt;<a href="https://bit.ly/2l0cskq">https://bit.ly/2l0cskq</a>&gt;.</p>

Fonte: elaborado pela autora, 2017.

Em seguida, os estudantes devem debater, em duplas, sobre as situações presentes nos vídeos. Para fomentar a discussão indica-se utilizar as seguintes perguntas norteadoras como instigadoras:

- As pessoas no carro se encontram em movimento ou em repouso?
- Quando acontece a colisão o que acontece com a pessoa usando o cinto? E com pessoa que não está usando cinto?
- Por que a pessoa que usa o cinto, não é lançada para frente?
- Por que a pessoa que não usa o cinto é lançada?

Posteriormente, indica-se promover a socialização e discussão das respostas no grande grupo.

#### 3.2 Segundo Encontro

Neste segundo encontro pretende-se discutir a presença das forças em diversas situações cotidianas, diferenciando-as. Para iniciar o encontro, afim de resgatar os conhecimentos prévios sobre o assunto, propõe-se entregar a atividade “As forças no cotidiano” para os estudantes desenvolverem em duplas:

### As forças no cotidiano

Desenhe nas figuras abaixo vetores representando as forças existentes em cada caso e identificando-as:



Em seguida, pode-se promover um debate, através da situação-problema inicial: Onde as forças estão presentes no nosso cotidiano? Tal questionamento está associado a necessidade de perceber a presença das forças em diversas situações como um bloco em repouso, uma pessoa caminhando, etc.

Por fim, indica-se entregar o texto “Onde estão as forças” para a leitura e ao final, juntamente com os alunos, reavaliar as figuras da atividade “As forças no cotidiano” e identificando as forças presentes.

### Onde estão as forças?

As formas pelas quais os objetos interagem uns com os outros são muito variadas. A interação das asas de um pássaro com o ar, que permite o voo, por exemplo, é diferente da interação entre uma raquete e uma bolinha de pingue-pongue, da interação entre uma lixa e uma parede ou entre um ímã e um alfinete.

Isaac Newton, o famoso físico inglês do século XVIII, conseguiu elaborar leis que permitem lidar com toda essa variedade, descrevendo essas interações como forças que agem entre os objetos. Cada interação representa uma força diferente, que depende das diferentes condições em que os objetos interagem. Mas todas obedecem aos mesmos princípios elaborados por Newton, e que ficaram conhecidos como Leis de Newton.

#### Gravidade



As coisas caem porque são atraídas pela Terra. Há uma força que “puxa” cada objeto para baixo e que também é responsável por manter a atmosfera sobre a Terra e também por deixar a Lua e os satélites artificiais em órbita. É a chamada **força gravitacional**. Essa força representa uma interação existente entre a Terra e os objetos que estão sobre ela.

#### Na água



A água também pode sustentar coisas, impedindo que elas afundem. Essa interação da água com os objetos se dá no sentido oposto ao da gravidade e é medida através de uma força que chamamos de empuxo hidrostático. É por isso que nos sentimos mais “leves” quando estamos dentro da água. O que sustenta balões no ar também é uma força de empuxo, igual à que observamos na água.

### Sustentação



Para que as coisas não caiam é preciso segurá-las. Para levar a prancha o garotão faz força para cima. Da mesma forma a cadeira sustenta a moça, enquanto ela toma sol. Em cada um desses casos, há duas forças opostas: a força da gravidade, que puxa a moça e a prancha para baixo, e uma força para cima, de sustentação, que a mão do surfista faz na prancha e a cadeira faz na moça. Em geral, ela é conhecida como força normal.

### No ar



Para se segurar no ar o pássaro bate asas e consegue com que o ar exerça uma força para cima, suficientemente grande para vencer a força da gravidade. Da mesma forma, o movimento dos aviões e o formato especial de suas asas acaba por criar uma força de sustentação.

Essas forças também podem ser chamadas de empuxo. Porém, trata-se de um empuxo dinâmico, ou seja, que depende de um movimento para existir. As forças de empuxo estático que observamos na água ou no caso de balões, não dependem de um movimento para surgir.

### Atritos



Coisas que se raspam ou se esfregam estão em atrito umas com as outras. Esse atrito também representa uma interação entre os objetos. Quando você desliza a mão sobre a pele da pessoa amada, está exercendo sobre ela uma força de atrito.

De um modo geral, as forças de atrito se opõem aos movimentos. Ou seja, seu sentido é oposto ao sentido do movimento. É isso que permite que um carro freie e pare: a força de atrito entre o disco e a pastilha dos freios e o atrito entre o pneu e o chão.

As forças de atrito são também as responsáveis pela locomoção em terra. Quando empurramos a terra para trás para ir para a frente, estamos interagindo através do atrito entre os pés e o chão.

### Resistências



Em que difere o andar desses dois cavalheiros? Ambos empurram o chão para trás para poderem ir para a frente, interagem através da força de atrito.

Porém, este senhor que caminha na água encontra uma dificuldade maior por que a água lhe dificulta o movimento. Esse tipo de interação se representa através do que chamamos de força de resistência. Como o atrito a força de resistência é oposta ao movimento.

A força de resistência também surge nos movimentos no ar. É isso que permite a existência dos paraquedas.

Fonte: Adaptado <<https://bit.ly/2sMDAqq>> Acesso em: 12 ago. 2017.

### 3.3 Terceiro Encontro

Iniciar o encontro, discutindo com os estudantes as forças estudadas na aula anterior, afim de resgatar os conhecimentos prévios. Neste encontro, objetiva-se analisar e discutir a força do atrito através de uma atividade experimental. Para tanto, deve-se organizar os estudantes em grupos de no máximo 5 integrantes, entregando para cada grupo o roteiro “Atividade Experimental 1” e os materiais para montagem do experimento:

- Bloco de com diferentes superfícies: superfície esponjada, superfície amarela e superfície amadeirada.
- Fio.
- Pesos.
- Roldana fixada em um retângulo de madeira.
- Grampo Sargento tipo C para fixar.

O Bloco de madeira utilizado na atividade foi construído da seguinte maneira: sobre um dos lados foi colado uma esponja, sobre o outro foi colado uma lixa fina, o terceiro lado foi apenas fixado e por fim o último lado não foi feito modificações.

Figura 1 - Montagem do equipamento



Fonte: arquivo pessoal, 2017.

### Atividade Experimental 1

1. Vamos conversar sobre as superfícies apresentadas na figura 1, discutindo e anotando as semelhanças que o grupo observar.

Figura 2 - Pista de Boliche



Figura 3 - Pista de Patinação



Montagem do equipamento:

- Posicione o bloco sob uma superfície lisa e plana, de modo que o fio fique suspenso em uma das extremidades.
- Posicione a roldana, fixando-a com o grampo, e passe o fio sob ela.
- Utilizando a superfície esponjada em contato com a mesa calibre a força utilizando os pesos de maneira que o mesmo comece a se movimentar, a força usada será mantida durante toda atividade.

2. Continuando a discussão vamos desenvolver uma atividade experimental referente ao movimento de um bloco que apresenta diferentes superfícies.

3. Observe os equipamentos usados na atividade experimental:



Vamos estudar o movimento do bloco e observar as alterações que ocorrem quando mudamos a superfície. Será que o tempo que o bloco demora para percorrer certa distância será o mesmo em todas as situações?

Atividade

Uma vez ajustado para que a superfície esponjada passe a se movimentar, cronometrar ou filmar, anotando o tempo que a mesma demorará para percorrer certa distância. Em seguida observar o tempo para as demais superfícies efetuarem o mesmo percurso. Repita o procedimento 3 vezes para cada superfície observada.

Superfície	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Média
Esponjada				
Amarela				
Amadeirada				

Pensando sobre atividade em Grupos:

- 1) Observe cada uma das superfícies usadas. Descreva sua diferença.
  - 2) Em relação ao tempo de deslocamento do bloco, todas as superfícies foram iguais?
  - 3) Explique a relação entre a superfície usada e a facilidade/ dificuldade do movimento do bloco.
- \* O Bloco de madeira utilizado na atividade foi construído da seguinte maneira: sobre um dos lados foi colado uma esponja, sobre o outro foi colado uma lixa fina, o terceiro lado foi apenas fixado e por fim o último lado não foi feito modificações.

Ao final, cada grupo deve expor seus resultados ao grande grupo. Posteriormente, o professor deverá promover o debate com os alunos sobre o atrito e recolher os relatórios dos alunos.

### 3.4 Quarto Encontro: 2h/ aula

Organizar a turma em grupos de no máximo 4 integrantes, para a realização jogo “Torre de Inércia”. O objetivo é, de maneira lúdica, resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes. Neste encontro propõe-se abordar o conceito de inércia.

#### **Torre de Inércia**

Materiais:

- Copos de plásticos
- Cartas de baralho ou cartões recortados de folha sulfite 60 em tamanho padrão
- Blocos de madeira

Montagem:

Construir uma torre usando copos empilhados, intercalados com as cartas de baralho. Construir a segunda torre, de igual forma, usando os blocos de madeira.

Regras:

Os participantes devem remover as cartas das torres sem derrubá-la.

Após o jogo, debater com os estudantes as facilidades e dificuldades encontradas na atividade. Em seguida, indica-se apresentar a seguinte situação problema: Como podemos alterar o estado de movimento de um corpo?

Esta situação-problema tem o intuito de identificar a necessidade da existência de uma força resultante para mudar a o estado de movimento de um corpo.

Nesse sentido, busca-se promover o debate sobre a situação problema e relacionando as situações do jogo. Por fim, apresentar aos alunos o conceito de inércia, colocando as condições de equilíbrio e a relação entre a massa e a inércia.

Sugere-se neste encontro, resgatar os vídeos utilizados no primeiro encontro que ilustram sobre a importância do cinto de segurança e estabelecer relações com o conceito de inércia, podendo ser utilizado como recurso o PowerPoint. O objetivo é abordar os conceitos de maneira significativa, para isso, pode-se questionar os estudantes sobre situações relativas ao movimento de corpos:

- O que faz um corpo cair em direção à Terra?
- Por que os objetos começam a se mover?
- O que faz com que um corpo deixe de exercer um movimento?
- O que faz com que um objeto em movimento altere a sua velocidade?

Tais questões serão o subsídio para a diferenciação dos conceitos de força e força resultante. Considerando os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, abordar também a existência de forças de contato e forças de ação a distância, e situações onde a força resultante é nula. Por fim, construir com os estudantes o conceito de Inércia, sua relação com a massa, usando exemplos cotidianos onde podemos observar tal fenômeno.

### 3.5 Quinto Encontro

Neste encontro indica-se organizar os estudantes em grupos de no máximo quatro integrantes, com o intuito de realizar a atividade “Foguetes de Balão”. O objetivo dessa atividade é a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, observar o fenômeno de ação e reação.

#### Foguetes de Balão

Materiais:

- Barbante
- Canudinho
- Balão
- Fita

**Montagem:**

Cortar um pedaço de Barbante de aproximadamente 2 metros. Passar o barbante dentro do canudinho. Encher o balão sem arramar, segurando a saída de ar. Em seguida, posicionar dois estudantes segurando a extremidade do fio, de maneira fique esticado. Fixar com a fita o balão cheio ao canudinho.

**Procedimento:**

Após a montagem, liberar soltar a saída de ar do balão e observar o movimento do mesmo. Repetir o processo, aumentando ou diminuindo a quantidade de ar do balão e observem as diferenças.

Após a realização da atividade indica-se discutir com os alunos sobre o que foi realizado, usando as seguintes questões como norteadoras:

- Qual mudança observam quando altera a quantidade de ar do balão?
- Para que lado sai o ar? O balão se movimenta para o mesmo lado da saída de ar?
- O ar está aplicando uma força? Em quem ele aplica essa força?

A partir das discussões pode inferir a seguinte situação-problema: Qual a consequência para um corpo que aplica uma força sobre outro?

Relacionar a situação da atividade com o conceito de ação e reação, discutindo com os alunos sobre a diferenças entre as forças de ação e a de reação.

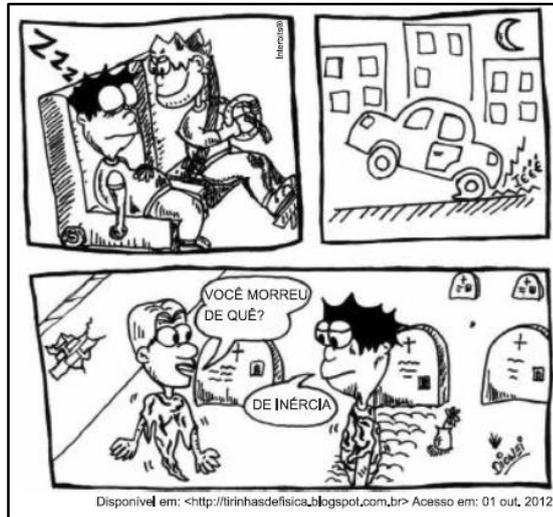
### **3.6 Sexto Encontro**

Através de questionário, indica-se promover um momento de reflexão e sistematização dos conceitos já discutidos, com o objetivo verificar se houve a compreensão dos conceitos estudados. Considerando o princípio de consolidação, as atividades de sistematização são importantes para observar possíveis dificuldades e auxiliar o professor na construção de estratégias para saná-las.

#### **Questionário**

- 1) O que é força?
- 2) Quando você está parado sobre o chão, este exerce uma força orientada para cima contra seus pés? Quanta força o chão exerce? Por que você não se move para cima por causa dessa força?
- 3) Um objeto pode estar em equilíbrio mecânico quando apenas uma única força age sobre ele? Explique.

4) Ao analisar a situação representada na tirinha abaixo, quando o motorista freia subitamente, o passageiro:



- mantém-se em repouso e o para-brisa colide contra ele.
- tende a continuar em movimento e colide contra o para-brisa.
- é empurrado para frente pela inércia e colide contra o para-brisa.
- permanece junto ao banco do veículo, por inércia, e o para-brisa colide contra ele.
- é empurrado para trás pelo para-brisa que por inércia o atinge.

5) Seu colega lhe diz que inércia é uma força que mantém as coisas em seus lugares, em repouso ou em movimento. Você concorda? Se sim ou se não, explique por quê.

6) Uma sonda espacial pode ser levada por um foguete até o espaço exterior. O que mantém a sonda em movimento após o foguete parar de impulsioná-la?

7) Por que você cambaleia para frente quando o ônibus para subitamente? Por que você cambaleia para trás quando ele torna-se mais rápido? Que lei se aplica aqui?

8) Jogue uma bola de boliche numa pista e notará que ela move-se cada vez mais lentamente com o decorrer do tempo. Isso viola a lei de Newton da Inércia? Justifique sua resposta.

9) Explique a terceira lei de Newton.

10) Considere duas forças atuando sobre uma pessoa que se mantém parada, ou seja, o puxão da gravidade para baixo e a força de apoio do piso para cima. Essas forças são iguais e opostas? Elas formam um par de ação e reação? Justifique.

Em seguida, debater com os alunos sobre as questões, corrigindo-as e tirando as possíveis dúvidas.

### 3.7 Sétimo Encontro: 2h/ aula

Neste encontro objetiva-se discutir sobre os conceitos de peso e massa. Para isso, indica-se iniciar o encontro, questionando os estudantes sobre:

- Qual a utilidade da balança?
- O que podemos medir usando uma balança?

Tais questionamentos oportunizam resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes e auxiliar na discussão dos novos conceitos, bem como na sua diferenciação. Após a discussão inicial, entregar aos estudantes o texto “Massa e Peso”, para leitura e discussão no grande grupo.

#### Massa e Peso

Imagine a seguinte situação: *Você deve mover um celular e uma geladeira. Qual dos dois será mais difícil de mover?*

A geladeira possui uma massa maior que um celular, e conseqüentemente possui maior inércia, logo é mais difícil alterar seu estado de movimento. No nosso cotidiano usamos o conceito de peso como sinônimo de massa, mas existem diferenças:

Massa é proporcional à quantidade de matéria (depende do tipo de matéria que forma o corpo) de um corpo e também uma medida de inércia, ou seja, a dificuldade que um objeto apresenta a qualquer tentativa de alterar seu estado de movimento. Uma das unidades de medida de massa é quilograma, representada por kg. Quando falamos que certa pessoa tem 60kg estamos indicando sua massa.

Quando um objeto qualquer está mergulhado no campo gravitacional, sofre uma força, chamada de força gravitacional ou simplesmente de PESO. Obtemos a medida da força-peso através do produto entre a massa do objeto e o campo gravitacional onde se encontra:

$$P = m \cdot g$$

P = peso (N)

m = massa (kg)

g = aceleração gravitacional (m/s<sup>2</sup>)



Logo, é o campo gravitacional da Terra que faz com que os objetos sejam atraídos em direção a ela. Esse campo preenche todo o espaço ao redor do planeta e nos mantém sobre ele. Também é ele que mantém a Lua girando em torno da Terra e segura a atmosfera em nosso planeta. Se não houvesse um campo gravitacional suficientemente forte, a atmosfera se dispersaria pelo espaço. Na

verdade, TODOS os objetos possuem campo gravitacional, porém só percebermos seus efeitos se o objeto possuir uma massa imensa igual à da Terra.

Assim como a Terra ou qualquer outro objeto, a Lua também tem seu campo gravitacional. Só que lá, como vemos nos filmes, um astronauta parece ser mais leve do que na Terra. A verdade é que na Lua o peso do astronauta é menor, pois o campo gravitacional da Lua é menor do que o campo gravitacional da Terra.

A massa do astronauta, entretanto, não muda quando ele se quando ele vai da Terra para a Lua, o que se modifica é o seu peso. O peso do astronauta ou de qualquer outro objeto é tanto maior quanto maior for o campo gravitacional no local onde ele se encontra. Observe a tabela com valores para aceleração gravitacional de alguns planetas:

Astro	Aceleração da gravidade (m/s <sup>2</sup> )
Lua	1,6
Vênus	8,8
Terra	9,8
Marte	3,8
Júpiter	26,4
Netuno	11,8
Plutão	0,5

Fonte: Adaptado de <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2017.

Em seguida, deve-se resgatar a relação entre massa e inércia, explicando como calculamos o peso de um corpo, de acordo com a fórmula apresentada no texto.

Posteriormente, pode-se realizar a atividade “Questões sobre massa e peso”, para que respondam em duplas. Por fim, debater com os alunos sobre as questões e possíveis dúvidas.

#### Questões sobre Massa e Peso

- 1) Explique a diferença entre massa e peso.
- 2) Qual a relação entre massa e inércia?
- 3) Qual a relação entre a massa e o peso?
- 4) Qual o peso de um tijolo de 1 kg?
- 5) Qual o peso de um astronauta de 80kg na Lua?
- 6) Se o peso de um objeto na Terra é igual a 147N, qual o valor da sua massa?
- 7) Leia a seguinte afirmação: “Uma pessoa possui 50kg de massa, porém na Lua esse valor seria menor devido à ação da gravidade ser diferente ao da Terra.” Essa afirmação está correta? Por quê?
- 8) O peso depende da localização? Explique.

### 3.8 Oitavo Encontro

Neste encontro, objetiva-se analisar e discutir a relação entre força, massa e aceleração de uma atividade experimental, para resgatar os subsunçores. Seguidamente, deve-se organizar os estudantes em grupos de no máximo 5 integrantes, entregando para cada grupo o roteiro “Atividade Experimental 2” e os materiais para montagem do experimento.

#### Atividade Experimental 2

##### Materiais:

- Bloco de com diferentes superfícies: superfície esponjada, superfície amarela e superfície amadeirada.
- Fio.
- Pesos.
- Roldana.
- Grampo para fixar.

##### Montagem do equipamento:

- Posicione o bloco sob uma superfície lisa e plana, de modo que o fio fique suspenso em uma das extremidades
- Posicione a roldana, fixando-a com o grampo, e passe o fio sob ela.
- Utilize a superfície **amadeirada** em contato com a mesa.



##### Atividade

Nesta atividade utilizaremos diferentes forças, para tanto, faremos 3 medidas, onde aumentaremos gradualmente os pesos usados e iremos cronometrar ou filmar, anotando o tempo que o bloco demorará para percorrer certa distância. Repita o procedimento 3 vezes para cada força observada.

Superfície	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Média
Força 1				
Força 2				
Força 3				

Pensando sobre atividade em Grupos:

- 1) Em relação ao tempo de deslocamento do bloco, foram iguais em todas as situações?
- 2) Explique a relação entre a força usada e o movimento do bloco.
- 3) Em grupo estabeleçam o objetivo dessa atividade:

Posteriormente, discutir os resultados apresentados na atividade experimental, questionando-os sobre a mudança na rapidez que o bloco percorreu o trajeto.

Em seguida, apresentar aos estudantes a última situação-problema: Qual a relação entre força, massa e aceleração? No decorrer do debate relacionar massa e inércia.

Por fim, entregar o texto “Que carro acelera mais” que discute sobre a Segunda Lei de Newton, para a leitura em duplas. Debater sobre o texto com os alunos, explicando os conceitos abordados.

..... Que carro acelera mais? .....			
carro	motor	massa	tempo de aceleração (0 a 100 km/h)
<b>Trave Plus</b>	PowerRanger 1.0	848 kg	10,0 s
<b>Trave GTi 16 V</b>	NoPower 2.0	848 kg	8,3 s
<b>Paramim</b>	PowerRanger 1.0	967 kg	12,5 s

**A tabela mostra o desempenhos de modernos veículos nacionais. Você é capaz de dizer por que uns aceleram mais rápido do que os outros?**

### A aceleração do carro e a Segunda Lei

Você pode observar pela tabela acima, que alguns modelos atingem mais rapidamente a velocidade de 100 km/h. Se compararmos os dois primeiros carros, veremos que seus motores são diferentes, mas que eles possuem a mesma massa. Na verdade, a principal diferença entre eles é o motor, que é o responsável pela força.

O segundo carro possui um motor mais potente, o que significa que ele é capaz de exercer uma força maior. Isso explica o menor tempo para se atingir a marca dos 100km/h. Por outro lado, o primeiro e o terceiro carros (Trave Plus e Paramim) têm o mesmo motor, porém seus tempos de aceleração são diferentes. Por que será? Se você observar bem, verá que o carro que possui maior massa é o que acelera menos (maior tempo), o que nos leva a concluir que uma massa maior provoca uma aceleração menor.

De acordo com, a Segunda Lei de Newton do Movimento:

*A aceleração de um objeto é diretamente proporcional à força resultante atuando sobre ele; tem o mesmo sentido que esta força e é inversamente proporcional à massa do objeto.*

Matematicamente:  $F = m \cdot a$

Fonte: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>>.

Para finalizar o encontro, indica-se a atividade “Questões sobre a segunda Lei de Newton” para os estudantes responderem. Após, retomar com os alunos, as questões e tirar possíveis dúvidas.

### Questões sobre a Segunda Lei de Newton

- 1- Explique a 2ª Lei de Newton.
- 2- Ao aplicar a mesma força resultante sob dois objetos de massas diferentes, qual deles irá adquirir maior aceleração?
- 3- Se a força resultante que atua sobre um bloco que desliza é de algum modo triplicada, em quanto cresce a aceleração?
- 4- Calcule a força resultante que age sob um bloco com massa de 50kg que adquire uma aceleração de 10m/s<sup>2</sup>.
- 5- Calcule a aceleração adquirida por um bloco de massa 10kg no qual é aplicado uma força resultante de 25N.

## 3.9 Nono Encontro

Neste encontro, propõe-se como atividade final de sistematização o jogo “Trilha Leis de Newton”. O jogo apresenta uma trilha com diversos desafios durante o trajeto, sendo que para cada um há uma pergunta relacionada aos conceitos estudados. Cada acerto ou erro, gerava

uma consequência. Pretende-se através dessa atividade lúdica r todos os conceitos contemplados na sequência didática e promover um momento de reflexão.

Para isso, iniciar organizar a turma em grupos de, no máximo, 5 integrantes.

### Jogo trilha Leis de Newton

#### Materiais necessários para construção do jogo:

- E.V.A.
- Folhas Sulfite 60.
- Canetinha.
- Dado numérico.
- Tampinhas de refrigerante ou semelhante para ser usado como marcador (pode utilizar também apontador, borracha, etc).

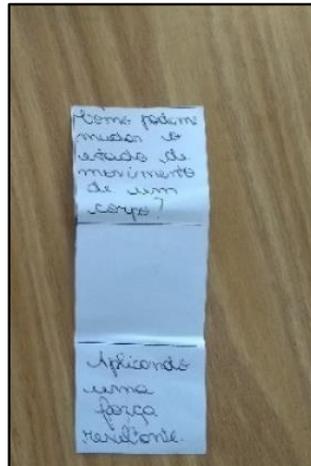
#### Modelo de Trilha:

Na folha de EVA fazer 40 marcações sequenciais (casas) e numerá-las de 1 a 40 (ver figura a seguir), escolher 14 casas e escrever a palavra: Desafio.



#### Modelos de cartas perguntas:

Cortar o sulfite 60 em tiras, dobrar em 3 partes iguais, em seguida, no primeiro espaço escrever uma pergunta e no último a resposta da respectiva pergunta (ver a seguir). Dobrar as cartas, na seguinte ordem: primeiramente o último quadrado direcionado ao meio e depois o primeiro quadrado direcionado ao meio. O número de cartas perguntas é livre, sugere-se que sejam confeccionadas 15 cartas perguntas.



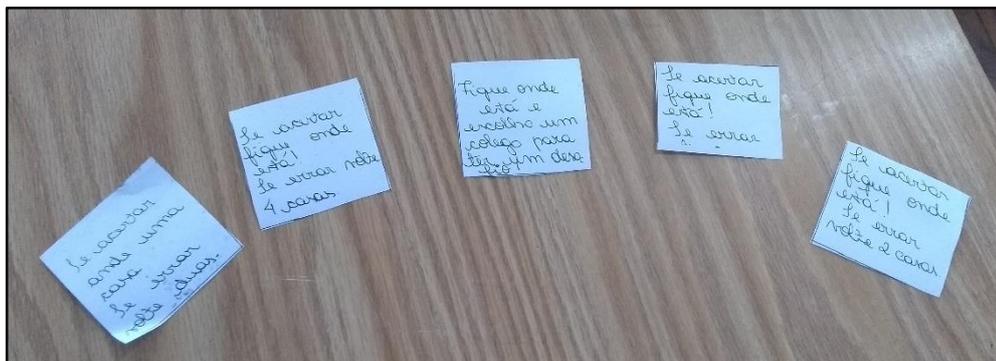
#### Exemplos de perguntas e respostas:

- As forças de ação e reação são iguais em módulo? Sim.
- Como podemos alterar o estado de movimento de um corpo? Aplicando uma força resultante.
- Qual o instrumento que mede peso? Dinamômetro.
- Qual o instrumento que mede massa? Balança.
- Qual a unidade de medida de massa no Sistema Internacional de Unidades? Quilograma.
- Qual a unidade de medida de força no Sistema Internacional de Unidades? Newton.
- Se dobramos a força aplicada sob um corpo de massa  $m$ , o que acontecerá com a sua aceleração? Também aumentará duas vezes.

#### Modelo de carta consequência

Cortar a sulfite 60 em pequenos quadrados, em cada um deles escrever uma consequência para o acerto e uma para erro, use da criatividade. Exemplos:

- Se errar volte 2 casas. Se acertar ande 2 casas.
- Se errar volte 4 casas. Se acertar fique onde está!
- Escolha um colega para responder se ele errar ele volta 2 casas, se ele acertar você volta 2 casas.
- Sem perguntas para você!



Regras do jogo:

- Número de jogadores: 3 a 7 pessoas.
- Cada jogador deverá ter um marcador, podem ser usados tampinhas de refrigerante, ou mesmo borracha, apontadores, etc.
- Para iniciar o jogo, cada jogador deve jogar o dado para estabelecer a ordem de jogada, o primeiro jogador será o de maior pontuação e assim sucessivamente, em caso de empate, os jogadores empatados devem o dado novamente.
- Estabelecida a ordem de jogada, cada jogador deverá lançar o dado na sua vez, andando o número de casas correspondente ao número tirado, marcando a casa com o marcador.
- Se o jogador cair na casa desafio deverá retirar uma carta consequência e ler para todos, e em seguida, se for o caso, deverá pegar uma carta pergunta entregando a outro colega que vai ler para o desafiante. Após confirmar se o colega acertou ou errou, este, deverá obedecer a carta consequência!
- Cada jogador só tem direito a uma jogada por vez, independentemente se ao cumprir uma carta consequência cair em outra casa desafio!
- O primeiro a chegar ao final é o vencedor!

**3.10 Décimo Encontro: 2h/ aula**

Esse último encontro é reservado para avaliação final, sendo apenas umas das avaliações, visto que numa perspectiva de aprendizagem significativa os estudantes devem ser avaliados durante todo o processo, por meio de todas as atividades, observando seu crescimento.

Com relação a avaliação final, faz-se necessário um momento de avaliação individual com questões abordando novas situações acerca dos conteúdos estudados que impliquem compreensão e evidenciem captação de significados.

Além da avaliação individual, pode ser proposto outro tipo de atividade final avaliativa. Sugere-se que organizar a turma em grupos, estabelecendo para cada grupo um tópico diferente: princípio da inércia, princípio da ação e reação, princípio fundamental da dinâmica, atrito, entre outros. Solicitar aos estudantes que construam um vídeo sobre o tópico e, por fim, promover um momento de socialização dos trabalhos.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

MOREIRA, Marco A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: E.P.U, 1999.

\_\_\_\_\_; MASINI, Elcie. F. S. *Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel*. 4. ed. São Paulo: Editora Centauro, 2011.

PRASS, Alberto R. *Teorias da Aprendizagem*. 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2JvUTGt>>. Acesso em: 15 fev. 2017.