



APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO FUNDAMENTAL COM UM KIT DE VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA

Jeovane Leite de Souza

Juazeiro do Norte - CE
Maio, 2018

Jeovane Leite de Souza

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO FUNDAMENTAL COM
UM KIT DE VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA

Dissertação apresentada para qualificação à comissão de avaliação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física polo - 31 URCA como exigência para elaboração da dissertação final e obtenção do título de mestre.

Orientadora: Prof. Dra. Eloisa Maia Vidal

Linha de pesquisa: Ensino de física

Juazeiro do Norte - CE
Maio, 2018

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO FUNDAMENTAL COM UM KIT DE VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA

Jeovane Leite de Souza

Orientadora:

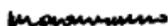
Prof. Dra. Eloisa Maia Vidal

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Regional do Cariri - URCA, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:



Prof. Dr^a. Eloisa Maia Vidal – URCA (Orientadora)



Dr. Mário Henrique Pacheco (UFCA/ Examinador Externo)



Dr. George Pimentel Fernandes (URCA/ Examinador Interno)



Dr. Wilson Hugo Cavalcante Freire (URCA/ Examinador Interno)

Juazeiro do Norte - CE
Maio, 2018

Agradecimentos

A Deus pela a oportunidade de acreditar que o impossível se torna satisfatório ao alcance das mãos quando em nosso coração deixamos a fé e a perseverança atingir nossos objetivos.

A Minha mãe Maria de Jesus, que sempre incentivou meus estudos e manteve a serenidade nos momentos mais difíceis.

A meu Pai, Joaquim Mendes (Quinzô) que mesmo não estando aqui neste mundo sempre estará no meu coração como um guerreiro indomável e destemido.

A meus irmãos que sempre nos momentos mais difíceis sempre estivemos unidos para resolver juntos todas as dificuldades que passamos.

A minha esposa Ana Vaeline, que com todo o amor mais singelo de compreensão, sempre acreditou na minha capacidade de agir e pensar nos momentos mais difíceis, principalmente nas noites em claro para concluir as atividades e os trabalhos durante o período das disciplinas no mestrado sempre nas sextas e nos sábados.

A minha orientadora, a Professora Eloisa Maia Vidal que, de forma serena e competente, manteve credibilidade e confiança para que eu continuasse a minha jornada na conclusão do programa de Mestrado.

Ao Professor Augusto Nobre, que no período de realização do mestrado, buscou de forma objetiva que cumprisse todas etapas necessárias para a conclusão eficiente do programa.

A Universidade Regional do Cariri - URCA, por disponibilizar o programa de mestrado em Ensino de Física.

A CAPES, por dar credibilidade ao polo 31 do MNPEF e que continue acreditando no potencial dos futuros mestrados na região sul do Estado do Ceará.

Aos demais Professores, Eduardo, Carlos Emídio, Wilson Freire, Agopin, Antonio Carlos, Job Saraiva, Francineide Amorim e Pimentel, pois terem disponibilizado uma parte de seus horários para transmitir conhecimento unilateral sobre a Física e Suas Aplicações.

Aos colegas que tanto em trabalhos de equipes como individuais mantivemos sempre nosso relacionamento de como se fossemos irmãos.

À Professora Joelma Monteiro, que espiritualmente ainda permanece entre nós.

Resumo

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO FUNDAMENTAL COM UM KIT DE VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA

Jeovane Leite de Souza

Orientadora:

Prof. Dra. Eloisa Maia Vidal

Nesse trabalho, propõe-se o estudo da velocidade média no ensino fundamental, mais precisamente no 9 ano, onde os alunos estão fazendo uma transição para o ensino médio. Os conceitos de física no ensino fundamental são propostos pelo os PCN's com o intuito de que os alunos possam desenvolver suas habilidades com a interação entre a teoria e a prática. Por essa relação harmoniosa, buscou-se a criação de um kit de velocidade média, feito com equipamento de baixo custo com a finalidade de que os alunos pudessem ter a oportunidade de fazer uma comparação justa entre o assunto abordado nos livros que recebem das editoras e com o professor, esse mediador indispensável na reprodução do conhecimento, dar uma certa visão sobre a física fundamental para a formação do conhecimento científico. Onde os alunos por meio do cotidiano vivenciam situações e fenômenos que podem fazer de seu conhecimento prévio com esse kit, um levantamento de novos pontos que evoluem em seu pensamento sobre o conceito de velocidade média e partir do uso desse produto educacional, transformar sua opinião que já é de seu contexto diário, em uma aprendizagem mais significativa em âmbito científico, capaz de promover a interdisciplinaridade entre o cálculo e a opinião expressa escrita em um linguagem motivacional e dar continuidade de seus estudos no ensino médio para cada vez mais evoluir no seu processo de ensino de física na Educação.

Palavras-chave: Velocidade Média; Ensino de Física; Aprendizagem Significativa; Conhecimento Científico.

Abstract

In this paper, it is proposed to study the average speed in elementary education, more precisely in the ninth year, where students are making a transition to high school. The concepts of physics in fundamental education are proposed by the NCP's in order for students to develop their skills with the interaction between theory and practice. This harmonious relationship sought to create a medium-speed kit made with low-cost equipment so that students could have the opportunity to make a fair comparison between the subject addressed in the books they receive from the publishers and with the teacher, this indispensable mediator in the reproduction of knowledge, give a certain insight into the fundamental physics for the formation of scientific knowledge. Where students through everyday life experience situations and phenomena that can make their prior knowledge with this kit, a survey of new points that evolve in their thinking about the concept of average speed and from the use of this educational product, transform their opinion that is already in its daily context, in a more meaningful learning in the scientific field, able to promote the interdisciplinarity between the calculation and expressed opinion written in a motivational language and give continuity of his studies in high school to increasingly evolve in his process of physics teaching in Education.

Key-word: Media Velocity, Physics Teaching, Significant Learning, Scientific Knowledge

Lista de Siglas

| | |
|------|--|
| IDEB | Índice de Desenvolvimento da Educação Básica |
| PCN | Parâmetros Curriculares Nacionais |
| URCA | Universidade Regional do Cariri |

Lista de ilustrações

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Esquema contínuo aprendizagem significativa - aprendizagem mecânica | 8 |
| Figura 2 – Tipos de aprendizagem e suas estratégias | 9 |
| Figura 3 – Esquema da hipotética experiência de Galileu sobre a gravidade na Torre de Pisa | 14 |
| Figura 4 – Posição de corpo em movimento | 15 |
| Figura 5 – Interpretação geométrica da velocidade em gráfico | 17 |
| Figura 6 – Relação entre variações de espaços e tempos | 19 |
| Figura 7 – Relação métrica entre pontos e suas respectivas distâncias | 21 |
| Figura 8 – Gráfico da posição em função do tempo referente a Tabela 2 | 21 |
| Figura 9 – Gráfico de relação entre espaços e tempo | 22 |
| Figura 10 – Identificação tangencial da velocidade | 23 |
| Figura 11 – Velocidade em um ponto fixo | 24 |
| Figura 12 – Aula sobre o conceito de velocidade | 36 |
| Figura 13 – Aula sobre a história da velocidade | 36 |
| Figura 14 – Equipe observando ação de um corpo em movimento | 37 |
| Figura 15 – Medição do tempo | 37 |
| Figura 16 – Explicação sobre a relação entre espaço e tempo | 38 |
| Figura 17 – Delimitação do espaço | 39 |
| Figura 18 – Uso do cronômetro | 40 |
| Figura 19 – Precisão do kit em um dos dois trilhos | 40 |
| Figura 20 – Equipe finalizando experimento | 41 |
| Figura 21 – Uma das equipes na apresentação do relatório do experimento do kit de velocidade | 41 |
| Figura 22 – Outra equipe apresentando o relatório | 42 |
| Figura 23 – Delimitação do espaço com um pincel para quadro branco | 2 |
| Figura 24 – Fabricação do carro | 3 |
| Figura 25 – Uso de plataformas | 3 |

Lista de tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Graus de liberdade em uma aula de laboratório | 10 |
| Tabela 2 – Posição em função do tempo | 21 |

Sumário

| | |
|--|-----------|
| Introdução | 1 |
| 1 Ensino de ciências e aprendizagem significativa | 5 |
| 1.1 Aprendizagem significativa | 6 |
| 1.1.1 Tipos de aprendizagem significativa | 8 |
| 1.2 Experimentação no ensino de física | 10 |
| 2 A física do plano inclinado | 13 |
| 2.1 O estudo da cinemática | 15 |
| 2.2 Interpretação geométrica da velocidade média | 16 |
| 2.3 A velocidade instantânea | 18 |
| 3 Metodologia e produto educacional | 25 |
| 3.1 Metodologia da pesquisa | 25 |
| 3.2 Produto educacional | 30 |
| 3.2.1 Intervenção pedagógica | 33 |
| 4 Considerações finais | 45 |
| | |
| Referências Bibliográficas | 47 |
| APÊNDICE A Manual para confecção do kit | 1 |

Introdução

O ensino de ciências no ensino fundamental, mais precisamente nas duas séries finais (8º e 9º anos) tem por finalidade preparar o aluno para a introdução das disciplinas específicas do ensino médio: Física, Química e Biologia. Embora o currículo do ensino médio, após a publicação da LDB de 1996, seguida da elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (1999) para esta etapa de ensino, defenda uma abordagem interdisciplinar e contextualizada para todas as disciplinas, tendo inclusive agrupado numa mesma área as disciplinas de Física, Química, Biologia e Matemática, há que se registrar que são poucos os avanços nessa direção.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais propõem que a escola seja um espaço de educação continuada, como direito inalienável do cidadão. Defendem também que a interação escola-família é estratégia imprescindível no sentido de complementar a formação do aluno, uma vez que a relação de ambiente escolar com a família permitirá a criação de espaços diversificados para a construção do conhecimento e para a aprendizagem do aluno.

A abordagem proposta pelos PCN coloca os professores como protagonistas do processo educativo, atuando com mediadores da construção do conhecimento na preparação das novas gerações. Não é de hoje que emergem uma diversidade de problemas relacionados a qualidade da educação básica, sendo a formação docente, um dos que se apresenta como recorrente. As propostas de mudanças decorrentes da LDB 9394/96, que completou vinte anos em 2016, ainda não conseguiram surtir os efeitos desejados.

Para tanto, basta analisar os dados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) desde sua criação em 2005, que permite o monitoramento das escolas e das redes de ensino. Nos anos iniciais do ensino fundamental, o IDEB passou de 3,8, em 2005 para 5,5, em 2015, superando as metas estipuladas. Este ano, apenas três estados não alcançaram as metas: Amapá, Rio de Janeiro e Distrito Federal. Os anos finais do ensino fundamental também melhoraram no índice, passando de 4,2 em 2013 para 4,5 em 2015; embora não tenham alcançado a meta para este ano, de 4,7. Nesse nível de ensino as responsabilidades estão divididas: a rede estadual responde por 43,6% dos alunos e a rede municipal, por 41,7%. Cinco estados superaram a meta: Goiás, Ceará, Mato Grosso, Amazonas e Pernambuco. O que se observa no 9º ano do ensino fundamental é que o desempenho dos alunos apresenta pouca melhoria ao longo desse ciclo de avaliação, nas duas disciplinas, fato que vai comprometer o desenvolvimento das demais disciplinas.

O desafio de melhorar os resultados de aprendizagem de alunos do 9º ano se ancora num conjunto expressivo de variáveis das quais a falta de professores com habilitação para

atuar nas disciplinas específicas, entre elas, Ciências Naturais. Na maioria das escolas da rede municipal nas cidades do interior do estado do Ceará, são poucos os docentes que trabalham nas séries finais do ensino fundamental e que possuem formação adequada para a disciplina que lecionam. Tal constatação ajuda a compreender as dificuldades que esses profissionais vivem no cotidiano ao ter que ministrar conteúdos científicos que não lhe são conhecidos, devido a ausência na sua formação inicial, situação que tem criando grandes problemas no processo de ensino e aprendizagem.

Nesse contexto, a proposta de trabalhar conceitos físicos relacionados ao currículo previsto para o 9º ano do ensino fundamental se coloca como uma contribuição ao trabalho docente. O desenvolvimento de um kit de Velocidade Escalar Média pode possibilitar a integração entre campos de saberes distintos, utilizando a matemática e os conceitos de distância e tempo aplicados na física, além de permitir aos alunos a realização de atividades práticas de forte cunho interativo.

Ao utilizar recursos que procuram integrar os aspectos teóricos-formais com atividades práticas, a expectativa é que haja maior mobilização dos alunos em torno da aprendizagem. Estudos mostram que é necessário também que se considere o entendimento da natureza da ciência, não como algo pronto e acabado, mas como um processo constante de construção e aprimoramento, conforme aponta Carvalho (2004) ao defender que:

Essa proposta de ensino deve ser tal que leve os alunos a construir seu conteúdo conceitual participando do processo de construção e dando oportunidade de aprenderem a argumentar e exercitar a razão, em vez de fornecer-lhes respostas definitivas ou impor-lhes seus próprios pontos de vista transmitindo uma visão fechada das ciências (p. 33).

Quando falamos de ensino de ciências por investigação, pretendemos sugerir propostas alternativas de aulas de ciências, diferentes daquelas que têm sido mais comuns nas escolas, dentre elas, o professor fazendo anotações no quadro, seguidas de explicações e os estudantes anotando e ouvindo-o falar sobre um determinado tópico de conteúdo. Este tipo de ensino não aproxima a ciência dos cientistas com a ciência escolar, considerando que a primeira consiste em esforço intermitente com tentativas muitas vezes, frustradas. Criar atividades investigativas para a construção de conceitos é uma forma de possibilitar ao aluno participar de seu processo de aprendizagem, e de acordo com Azevedo (2004),

Uma atividade de investigação deve partir de uma situação problematizadora e deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar, enfim, que ele comece a produzir seu próprio conhecimento por meio da interação entre o pensar, sentir e fazer. Nessa perspectiva, a aprendizagem de procedimentos e atitudes se torna, dentro do processo de aprendizagem, tão importante quanto a aprendizagem de conceitos e ou conteúdos (p. 33).

Deve-se considerar a participação do aluno no processo de investigação de um determinado fenômeno e levar em conta outros aspectos como elaboração de hipóteses, análise e interpretação de resultados, considerando a dimensão coletiva do trabalho.

Segundo Dewey (1979) essas interações são importantes para o desenvolvimento de uma atividade educativa pois o “indivíduo pode iniciar uma série de atos, mas o resultado depende da interação de suas reações e das energias dos outros agentes” (p. 145).

A proposta de pesquisa tem como o objetivo geral **desenvolver uma sequência didática para a introdução dos conceitos de velocidade, por meio de atividades práticas, nas aulas de Física, junto a alunos do 9º ano do ensino fundamental.** Para tanto, apresenta os seguintes objetivos específicos:

- Realizar revisão de literatura sobre propostas pedagógicas que explorem o conceito de velocidade, por meio de atividades práticas, para o ensino fundamental.
- Elaborar uma sequência didática que possibilite o desenvolvimento de atividades teóricas e práticas sobre o conceito de velocidade para alunos do 9º ano do ensino fundamental
- Desenvolver um conjunto de atividades práticas com uso de material de baixo custo, que possibilite trabalhar os conceitos de velocidade com alunos do 9º ano do ensino fundamental.
- Implementar a sequência didática, procurando validar a proposta e as atividades práticas.

O trabalho está organizado em capítulos, onde a introdução faz um levantamento do ensino da física no fundamental (9º ano) e a preparação do aluno de forma contínua de estudo para dar andamento a seus estudos de física no ensino médio e que para isso se concretizem, será utilizado um produto educacional de baixo custo para propiciar a aprendizagem significativa no ambiente escolar com a participação do docente nesse processo de ensino.

O Capítulo II busca no ensino da ciência uma aprendizagem capaz de dar condições aos alunos a fazerem levantamentos sobre a atividade colocada em prática e quais os elementos que proporcionam a chegarem a um resultado que antes estava previamente formado por opinião do aluno e passar a ser convertido em uma abordagem mais científica com um aprendizado mais apurado sendo conduzido pelo o docente no processo de ensino aprendizagem.

O capítulo III traz o conceito do plano inclinado, que através das observações feitas por Galileu Galilei, o estudo dos movimentos teve êxito por conta das anotações feitas

bem como os seus questionamentos que conduziram ao conhecimento sobre a Velocidade de corpos em movimento. Foi possível através de essas observações estabelecer a relação Espaço e Tempo e que até hoje permanece promissora no ensino da Física na Cinemática.

O capítulo IV traz o produto educacional, um kit de velocidade média feito com materiais de baixo custo que será utilizado como ferramenta de complementação educativa para ajudar em uma melhor compreensão do aluno sobre o conceito de velocidade média e de onde partiu a ideia de observação de um corpo em movimento e seus comportamentos em diferentes pontos de sua trajetória descrita em uma rampa inclinada, a metodologia usada será através de um pesquisa qualitativa onde será de extrema importância o uso de questionários antes e depois e que farão a diferença de forma direta e objetiva a ser alcançada em uma aprendizagem mais significativa.

1 Ensino de ciências e aprendizagem significativa

Os alunos do ensino fundamental estão acostumados a vivenciar situações de ensino em que os professores priorizam a realização de leituras sobre os assuntos e os colocam a resolver questões sem, de forma alguma, propiciar uma situação adequada para o aprendizado. Nesse contexto, o aluno não consegue desenvolver competências e habilidades cognitivas que os torne capaz de solucionar problemas propostos, tornando-se desmotivado diante de um processo de ensino que não mobiliza seus conhecimentos prévios.

O professor deverá fazer um levantamento acerca dos conhecimentos prévios dos alunos sobre um assunto e a partir disso propor situações para que os alunos busquem novos meios e métodos para a solução de problemas. A busca por uma solução dos desafios propostos mobiliza saberes anteriores e estimula o aluno na procura pela atribuição de novos sentidos aos seus esquemas cognitivos, no sentido de assimilar e acomodar novos conhecimentos. O conhecimento torna-se prazeroso quando o aluno tem a visão de aprendizagem de uma forma mais abrangente.

Conforme Prado (1993) “o aprendizado de um novo referencial educacional envolve mudança de mentalidade” (p. 39), o que exige a adesão a novas concepções, ideias e consequentemente, processos de reflexão, reconstrução, que consistem em transformar novas e diversas informações em conhecimento.

No caso dos conceitos físicos, muitos trabalhos já foram desenvolvidos com o intuito de melhorar a forma de ensino desses conceitos, sendo que estratégias que procuram mobilizar recursos pedagógicos variados, são as que se mostram mais promissoras. No caso do estudo sobre o conceito de velocidade média no ensino fundamental, a realização de atividades fora da sala de aula, com os alunos manipulando os materiais tem sido utilizado por professores, com uso de atividades práticas as mais diversas. Pesquisas realizadas em revistas de ensino de física, mostram que o uso de tecnologias digitais utilizando vídeo game tem sido adotado pelos docentes junto a alunos do ensino fundamental do 9º ano, para o estudo de velocidade.

O outro jogo estudado - Powerstar Golf (ZOË MODE) - é um jogo caracterizado como de esporte. O jogo respeita as leis da física, pois nele podemos simular trajetórias de corpos como as observadas no mundo real. Nele, o jogador pode jogar uma versão virtual de uma partida de golf. Para fazer isso, devesse escolher algum dos personagens disponíveis no jogo. Cada um desses personagens possui um “poder especial”; que influencia a viagem da bola de golf. O jogador deve levar em consideração esses poderes para ganhar. Neste jogo também estão presentes conceitos de Mecânica Clássica, tais como: Arrasto do ar, A gravidade, o atrito e a velocidade do vento afetam a trajetória da bolinha. (Revista de Enseñanza de la Física. Vol. 27, No. Extra, Nov. 2015, 559-565)

Embora este tipo de atividade seja relevante e interessante, é preciso considerar que a realidade das escolas públicas nem sempre conta com possibilidades dessa natureza, o que nos remete a pensar alternativas que permitam trabalhar os mesmos conceitos com a utilização de um experimento de baixo custo que possa tornar possível o estudo do conceito de velocidade de forma dinâmica e que todos possam participar e expor suas opiniões.

1.1 Aprendizagem significativa

A teoria da Aprendizagem significativa foi desenvolvida por David Ausubel e tem como fundamento a ideia de que se aprende a partir do que já se sabe, ou seja, uma nova informação deve ser adicionada a conhecimentos prévios, complementando ou atualizando os esquemas mentais que o aluno já possui. Nesse processo o conhecimento que o aluno construiu através de vivência é reorganizado e se altera transformando-se em um novo saber, mas ampliado e com esquemas mais robustos, sofisticados e complexos.

A apropriação do novo conhecimento na estrutura cognitiva do aluno deve existir a partir da relação cognitiva com os conhecimentos prévios. Define-se estrutura cognitiva como o conjunto de ações conceituais desenvolvidas pelo educando a partir de seus processos empíricos e o seu relacionamento com o mundo. Essa estrutura, denominada subsunçor por Ausubel corresponde ao conhecimento prévio dos alunos.

Sendo assim, encontrar formas de identificar os subsunçores dos alunos é essencial para o sucesso da aprendizagem, de modo que a partir deles as informações podem ser envolvidas com novos significados, produzindo novos conceitos. Fica a cargo do professor a utilização de estratégias que sejam convenientes para identificar esses conhecimentos prévios e ampliá-los nos dias em que ocorrerão a aula.

É importante deixar claro que a aprendizagem significativa toma como base a ligação entre conhecimentos prévios e os novos conhecimentos sendo essa união não-literal e não-arbitrária. Essa junção traz para o sujeito novos elementos na compreensão do assunto e uma estável cognição na formação de suas respostas. Esses conhecimentos podem ter diversas naturezas entre elas conceitual, atitudinal ou procedimental. Porém, os subsunçores desenvolvidos por Ausubel consideram mais eficientes os conhecimentos declarativos, de forma que, muitas vezes, o subsunçor é considerado como um conhecimento prévio para uma nova forma de aprendizagem.

Quando um conteúdo é aprendido de maneira significativa permite que se estabeleça, de forma progressiva, diferenças entre os novos conceitos adquiridos e os conceitos anteriores, sem deixar de levar em conta a reorganização de ideias integradoras. Se forem feitas apenas diferenciações entre os significados, poderá delimitar sua lógica educacional

e entender de forma diferente os seus conceitos. Também se forem feitos de forma indefinida suas integrações, poderá ser percebido de forma unilateral. A simultaneidade entre os processos pode gerar problemas na construção cognitiva, pois diferenciar progressivamente traz uma aprendizagem significativa subordinada, comum e integradora um pouco diferente da ordenação de fatores cognitivos que são vistos com menos frequência.

Diretamente, são dois fatores que trazem condições para a aprendizagem significativa: o material de aprendizagem tem que ser potencialmente significativo e o aprendiz deve possuir uma predisposição para o seu aprendizado. Numa perspectiva mais ampla, a estrutura cognitiva prévia tornou-se o principal elemento da aprendizagem significativa, como uma variável que interfere na aprendizagem e na absorção de novos conhecimentos. A organização do conhecimento prévio bem como sua clareza e objetividade são os que mais influenciam no processo de aquisição de novos conhecimentos. De forma mais relacional, o novo torna-se significativo, interage com os demais e se torna diferente em relação ao que estão ao seu redor, uma vez que adquirir novos significados traz mais estabilidade, e é mais atrativo para a sustentação cognitiva do conhecimento.

Os subsunçores propostos por Ausubel são conceitos estruturantes formados previamente por conhecimentos anteriormente adquiridos, que adicionados a outros subsunçores tornam a aprendizagem mais significativa. Os primeiros subsunçores possuem diversas características que vão desde a abstração a elementos representativos que envolvem objetos e elementos que vem a ajudar na formação do conhecimento. No caso do aprendiz que não possui subsunçores suficientes para agregar significados a outros conhecimentos, recorre-se aos organizadores prévios, indicados por Ausubel.

Considerado como um recurso em um nível mais alto de abstração, o organizador prévio pode ter diversas funções desde um resumo até uma visão geral de um conhecimento, pode ser uma pergunta, uma situação problema, uma simulação, etc, podendo até assumir um conjunto de aulas sequenciais que trazem desde uma apresentação até um feedback mais avaliativo sobre um assunto proposto em sala de aula.

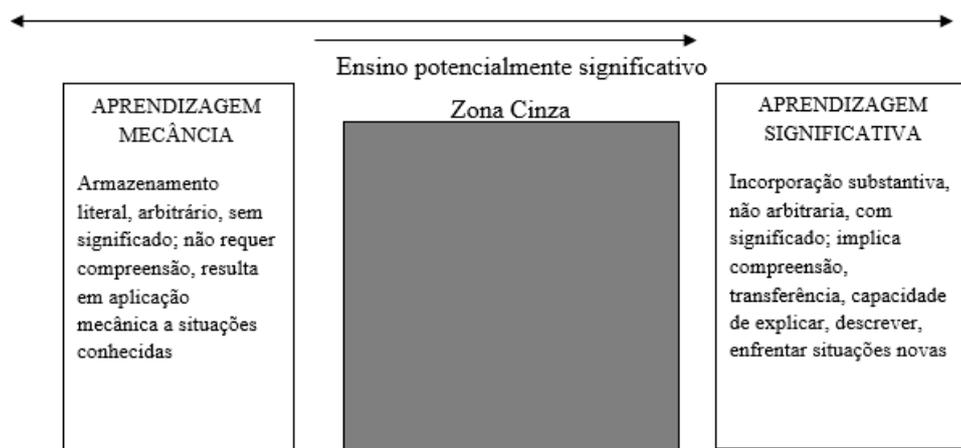
Existem dois tipos de organizadores prévios: os de forma expositiva, que faz uma ligação entre o aluno e o material e que torna a união potencialmente significativa; e o organizador comparativo que realiza a integração de novos conhecimentos e a estrutura cognitiva fazendo as devidas diferenciações para que não haja uma confusão entre os conhecimentos.

De uma forma geral os organizadores prévios têm a função de suprir deficiências de subsunçores ou para mostrar a relação entre novos conhecimentos e os já existentes. Embora se reconheça que a aprendizagem significativa é o que mais interessa a prática docente e a função social da escola, o que vem predominado no caso da educação brasileira é um modelo de aprendizagem mecânica que é praticada sem nenhum significado,

explorando aspectos restritos da memorização, cuja função cognitiva é superficial e que se atende, na maioria das vezes, aos momentos das avaliações, tornando-se dispensável após de sua execução.

A **Figura 1** apresenta um esquema que mostra as principais diferenças epistemológicas entre a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa.

Figura 1 – Esquema contínuo aprendizagem significativa - aprendizagem mecânica



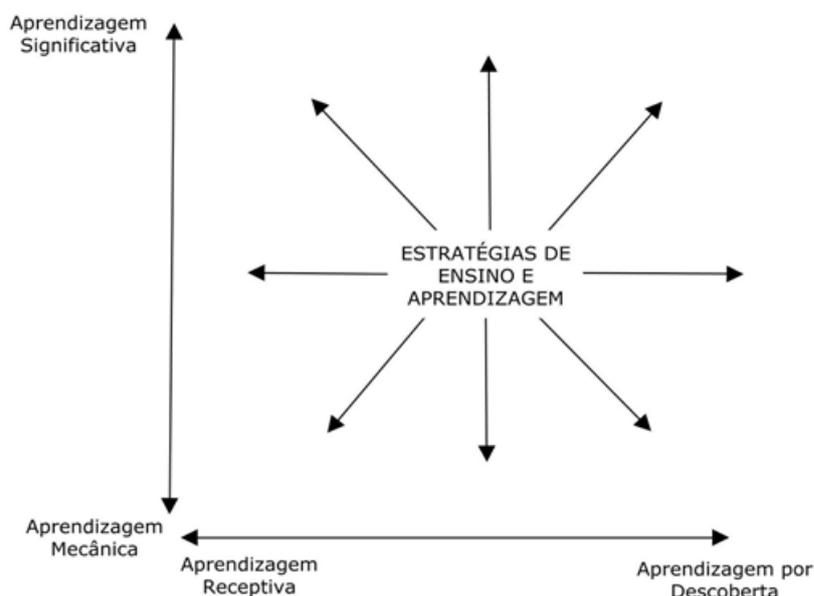
Fonte: Material de apoio sobre Aprendizagem Significativa e Estratégias Facilitadoras. Revisado e atualizado: 2012, 2013, 2014. UFRGS, Marco Antonio Moreira.

A aprendizagem significativa é progressiva na construção de subsunçores que fazem parte de uns processos de captação, internalização, diferenciação e reconciliação o que podem, muitas vezes, não ser imediato, levando a uma ruptura e continuidades a longo prazo.

1.1.1 Tipos de aprendizagem significativa

A aprendizagem significativa, na abordagem proposta por Ausubel, pode ser classificada em três tipos: subordinação, superordenação e modo combinatório. A aprendizagem significativa é subordinada quando os conhecimentos que são potenciais adquirem significados para aquele que aprende por um processo cognitivo e interativo levando conhecimentos prévios relevantes a sua condição de estrutura cognitiva. Com a aprendizagem superordenada, os processos de abstração, indução e síntese passam a ser mais levados a conhecimentos subordinados que surgiram da origem da fonte de existência e são fundamentais para a aquisição de novos conceitos.

Figura 2 – Tipos de aprendizagem e suas estratégias



Fonte: Material de apoio sobre aprendizagem significativa e estratégias facilitadoras. Revisado e atualizado: 2012, 2013, 2014. UFRGS, Marco Antonio Moreira.

Pode ocorrer casos em que a aprendizagem significativa venha a ser constituída por interação, não em forma de um subsunçor, mas por um conhecimento mais ampliado de uma base cognitiva que o sujeito possua. Na aprendizagem combinatória faz-se a relação de atributos significativos a um novo conhecimento que já existe em sua estrutura cognitiva, fazendo com que essa combinação de elementos traga uma reestruturação desse conhecimento, podendo ser muito inclusiva ou específica do que o conceito original.

Outro aspecto da aprendizagem que contempla dois pontos importantes são a formação e assimilação de conceitos. Essa formação se dá em crianças de 5 a 6 anos, e surge de forma espontânea, com a indução de ideias que se concentram em experiências concretas e reais. Tem aparência com a aprendizagem por descoberta que abrange processos de discriminação, generalização, levantamento e comprovação de hipóteses formuladas a partir de conceitos formados pelas ideias dos alunos. Indivíduos com idade mais avançada conseguem atingir um nível mais alto de elaboração.

Diante dessas situações e contextos de aprendizagem, é importante reconhecer a linguagem como elemento fundamental na transmissão dos conteúdos, que torna mais fáceis os processos, à medida que a contribuição da forma representacional e dos processos de verbalização, juntos, compõem a conceitualização, que influencia diretamente no funcionamento cognitivo.

1.2 Experimentação no ensino de física

O formato mais comum de experimentação no ensino de Física é o que Saraiva (1991) chama de “laboratório programado”: um laboratório “altamente estruturado”, uma vez que “o aluno é guiado passo a passo, ao longo do procedimento experimental”. Ainda de acordo com o autor, o “laboratório programado” não tem como objetivo a “redescoberta”, mas sim a “ilustração e facilitação da aprendizagem de conteúdo”. Isso pressupõe uma visão pedagógica para a qual a experimentação é apenas um suporte para a física teórica. Frequentemente, a experimentação é utilizada de forma a comprovar a teoria. Há exemplos em que, seguindo uma “apostila de experimentos”, o estudante é conduzido a um “objetivo da experiência”.

Sobre a experimentação em aulas de laboratório, Pella (1969) criou uma classificação, separando as atividades laboratoriais em cinco “graus de liberdade”. Para isso, o autor mapeou as etapas de trabalho de aulas de laboratório que, segundo ele, seriam: a formulação do problema, a elaboração de hipóteses, a formulação de um plano de trabalho, a obtenção de dados e a formulação de conclusões.

Os graus de liberdade variam do Grau I, no qual o aluno apenas participa da obtenção de dados, ao Grau IV, onde todas as etapas são de responsabilidade do estudante. O “laboratório programado” estaria configurado, na classificação de Diniz (1996), pelo Grau I ou pelo Grau II, onde a formulação do problema, as hipóteses e o plano de trabalho são de responsabilidade do professor.

Tabela 1 – Graus de liberdade em uma aula de laboratório

| Etapa | Grau I | Grau II | Grau III | Grau IV | Grau |
|-------------------|--------|---------|----------|---------|------|
| Problema | P | P | P | P | A |
| Hipóteses | P | P | P | A | A |
| Plano de trabalho | P | P | A | A | A |
| Obtenção de dados | A | A | A | A | A |
| Conclusões | P | A | A | A | A |

Fonte: ATAS - Seminário Ensinar com Pesquisa (Ensinar, Pesquisar e Aprender) - ANO IV. A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO NO ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE MÚLTIPLAS LINGUAGENS: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA .Marcos Everton Silva Custódio, Universidade de São Paulo, marcos.custódiousp.br

A **Tabela 1** proposta originalmente por Pella (1969), apresenta os graus de liberdade intelectual do aluno em aulas nas quais o laboratório é utilizado (CARVALHO et al, 2010), podendo ser tomada como referencial para o professor na construção de uma aula que possa trazer significados para o estudante.

Embora pareça que à medida que aumenta o grau de liberdade diminui a atuação do professor em sala de aula, percebe-se que, ao longo do processo, acontece o oposto. Para se oferecer uma atividade que possa render um alto grau de conhecimento ao aluno, é cada

vez mais necessária a participação do professor ora como mediador, ora como orientador do aluno.

Acredita-se que uma classificação similar à de Pella, excetuando a linha que se refere à “obtenção de dados”, pode ser aplicada ao uso de experimentos nas aulas teóricas, sejam os utilizados de forma real, sejam aqueles representados através de esquemas esboçados no quadro-negro.

Ao meditar sobre metodologias de ensino, dois pontos merecem a atenção: o aspecto pedagógico, especialmente a relação professor-aluno e os objetivos que devem ser alcançados pelos estudantes, e a visão de ciência implícita nesse formato de experimentação, uma vez que, de acordo com Saraiva (1991) é um equívoco supor que o papel pedagógico da atividade experimental possa ser definido sem referência a visões epistemológica e psicológica particulares.

O ser humano apresenta a tendência de aprender mais facilmente um corpo de conhecimentos quando ele é apresentado a partir de suas ideias mais gerais e mais inclusivas (AUSUBEL et al.,1980; AUSUBEL, 2003) se desdobrando para ideias mais específicas e menos inclusivas.

O professor que inclui em sua prática docente a habilidade de ouvir tende a ser bem-sucedido junto a seus alunos no seu processo de ensino e aprendizagem, pois a capacidade de escuta pedagógica tem a função de fazer com que as pessoas se sintam ativas, expressando verbalmente suas ideias e trocando informações a partir de um diálogo contínuo e objetivo. O professor, ao ouvir e valorizar tais informações, reconhece que alunos podem exercer um papel mais ativo na construção do seu conhecimento, aprendendo melhor o que já sabem e o que ainda não sabem acerca dos assuntos sobre os quais estão interessados. Dessa forma, eles ampliarão os próprios horizontes e interesses.

A física é a ciência que estuda os fenômenos que ocorrem na natureza. É necessário adicioná-la no currículo do aluno desde cedo, para que o mesmo possa adaptar-se e tenha uma compreensão mais apurada fazendo uma relação com os acontecimentos do dia a dia. O aluno tem um contato com a física a partir do 9º ano do ensino fundamental, quando alguns conceitos desse campo de saber são abordados na disciplina de ciências naturais, juntamente com conceitos e biologia e química.

Na grade curricular do ensino médio, ela surge de forma isolada e vai sendo desenvolvida durante os três anos desta etapa educacional. Devido a carga horária e ao fato da maioria das escolas não possuírem laboratórios, os alunos passam a considerar essa disciplina como mais uma das matérias que são apresentadas com uso do modelo tradicional de ensino, em que os professores utilizam quadro branco e priorizam a abordagem matemática em detrimento do enfoque fenomenológico.

Para que o trabalho docente nesta etapa de ensino seja mais produtivo, é impor-

tante considerar o que aponta Moreira (2012) ao afirmar que,

[...] É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (p. 2).

Assim, as discussões sobre o processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos no ensino fundamental requer que o docente detenha conhecimentos sobre teorias de aprendizagem, currículo, e disponha de um amplo repertório de estratégias didáticas que rompa com o modelo tradicional de aula expositiva, e procure colocar o aluno numa situação ativa, transformando-o em protagonista da construção do seu conhecimento. A escolha para teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel se insere nessa perspectiva.

2 A física do plano inclinado

Johannes Kepler (1571 - 1630) descobre o procedimento que toda a ciência moderna passaria a adotar: o descobrimento das leis matemáticas que regem o universo a partir da observação de dados, estabelecendo o elo perdido entre o vasto mundo das ideias e dos sentidos. Galileu, seu contemporâneo, começa a elaborar o método científico aplicando não só a planetas, mas para todo e qualquer objeto que estaria no cosmo ou na sua frente.

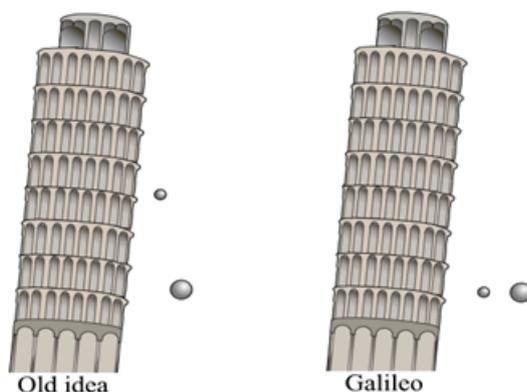
De acordo com Osvaldo Guimarães (2016, p. 70), Galileu Galilei (1564 - 1642) vai iniciar os estudos que vão caracterizar o princípio da Inércia. O argumento mais forte de Aristóteles (384 - 322 a. C.) contra o movimento terrestre é de que uma pedra lançada verticalmente retorna as nossas mãos, ou o que torna equivalente, um corpo abandonado do topo de uma torre cai na sua base e não a oeste da mesma. Contrário a este argumento, Galileu afirma que o abandono de uma pedra do alto de um mastro de um barco cairá sobre o seu pé, esteja o barco parado ou em movimento.

De acordo com Osvaldo Guimarães (2016, p. 70), Galileu iniciou o curso de Medicina na Universidade de Pisa, mas em 1585 abandona-o e parte para Florença, para estudar geometria. Em 1589, retornou a Pisa, iniciando um período de aulas e estudos sobre os movimentos, e em 1592, mudou-se para Pádua, onde lecionou e concluiu seus trabalhos sobre planos inclinados e queda dos corpos. Em um laboratório montado em sua casa, Galileu construía seus instrumentos que permitia mensurar fenômenos e variáveis físicas com uso de métodos inovadores e que se confrontavam com os conhecimentos do mundo natural estabelecidos até aquela época.

A física dos movimentos estava alicerçada nos ensinamentos de Aristóteles, movimentos naturais e movimentos forçados, dos quais Galileu se afastou. Por um período de quinze anos dedicou-se com afinco ao estudo das relações entre distância, velocidade e tempo, que viriam a ser as bases do movimento, para a nova ciência que surgia. Os estudos dos planos inclinados e dos corpos em queda possibilitaram a explicação, em 1604, da função horária do movimento acelerado.

De acordo com Osvaldo Guimarães (2016, p. 70), há relatos segundo os quais Galileu demonstrou que corpos de massas diferentes caem com a mesma velocidade quando liberados da mesma altura, atirando-os do alto da torre de Pisa. A **Figura 3** ilustra a famosa experiência, que segundo a historiografia, Galileu realizou na Torre de Pisa. Nela é possível observar a concepção apresentada por Aristóteles e seus discípulos, segundo a qual, dois corpos com massas distintas, caem de uma mesma altura em tempos distintos e a nova proposta de Galileu que defendia a ideia de que dois corpos de massas distintas caiam de uma mesma altura, ao mesmo tempo.

Figura 3 – Esquema da hipotética experiência de Galileu sobre a gravidade na Torre de Pisa



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Torre_de_Pisa

Foi em Pisa que Galileu escreveu Sobre o movimento (*De Motu*), livro que contrariava as teorias aristotélicas de movimento e que o estabelece como um líder da reforma científica. Durante os primeiros anos do século XVII, Galileu realizou experiências com pêndulos e explorou a associação com o fenômeno da aceleração natural. Ele também começou a elaborar um modelo para a descrição do movimento de corpos em queda livre.

E foi em 1604 que um fenômeno nos céus chamou a atenção de todos. O brilho de uma supernova foi observado por toda a Europa, e reacendeu questões sobre o modelo aristotélico dos céus imutáveis. Galileu precipitou-se ao centro do debate proferindo palestras ousadas, mas hesitava em publicar as suas teorias. Em outubro de 1608 um holandês chamado Hans Lippershey requisitou a patente de uma luneta capaz de fazer com que objetos distantes aparentassem estar mais próximos. Ao ser informado da invenção, Galileu se dedicou a tentar aperfeiçoá-la. Em pouco tempo projetou um telescópio (de nove aumentos) três vezes mais poderoso que o aparelho de Lippershey, e em alguns meses, um telescópio que aumentava em trinta vezes, que ao apontá-lo em direção aos céus em 1609, mudou o entendimento do mundo para sempre.

O primeiro astro que chamou a atenção de Galileu foi a Lua. Ele realizou diversas observações da lua, das quais fez alguns desenhos e gravuras. Em discordância com as ideias aristotélicas, que diziam que os corpos celestes eram esferas perfeitas e lisas, a superfície da lua, quando vista pelo telescópio, revelava cavidades e elevações. Galileu notou a presença de certas zonas iluminadas na parte escura do disco lunar, nas proximidades da linha que separa a região iluminada da região escura e corretamente atribuiu a esse fenômeno a presença de montanhas na Lua, cujos picos elevados ainda são iluminados pelo sol, enquanto o terreno abaixo deles não é mais, assim como ocorre na Terra.

Ao apontar seu telescópio para a Via-Láctea Galileu descobriu uma quantidade incontável de estrelas, muitas das quais impossíveis de serem observadas a olho nu. Ele

estudou e registrou duas regiões bastante conhecidas do céu: o cinturão de Órion e o aglomerado das plêiades, ambos observados com um número muito maior de estrelas. Em Órion ele registrou 80 estrelas que não eram visíveis a olho nu, e, ao redor das plêiades, mais outras 30. Por séculos, filósofos debateram sobre a verdadeira natureza da Via-Láctea e Galileu revelou sua verdadeira essência por meio da força da experiência.

As descobertas de Galileu mudaram a visão tradicional do cosmos e iniciaram um processo revolucionário de unificação nos quais os corpos celestes eram sujeitos às mesmas leis físicas que governam os corpos terrestre.

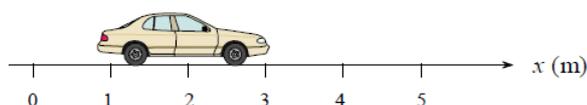
2.1 O estudo da cinemática

Neste tópico, vamos apresentar o estudo do movimento, mas sem considerar (ainda) o problema de como determiná-lo numa dada situação física. Com este tipo de abordagem o objetivo é introduzir os conceitos fundamentais que intervêm na descrição do movimento, para só depois considerar o assunto sob o ponto de vista das leis da dinâmica. A cinemática, como é conhecida este tipo de análise, não é necessariamente a única forma de se começar o estudo do movimento, embora seja, certamente, a maneira mais simples e didática de iniciar o assunto.

O estudo da cinemática é fundamental para o estudo dos movimentos, uma vez que trata de introduzir e conceituar as grandezas básicas que intervêm na sua formulação. Embora se considere aqui um caso particular do movimento, isto é, o movimento sobre uma linha reta (movimento unidimensional), vamos apresentar os conceitos de grandezas físicas tais como deslocamento e tempo.

Do ponto de vista da cinemática, estudar o movimento nada mais é do que determinar as posições do móvel em relação a um dado referencial, como função do tempo. No caso do movimento retilíneo, o referencial é simplesmente uma reta orientada, onde se escolhe uma origem O . Na figura 4 o referencial é representado pelo eixo dos x e as posições do móvel são dadas pelas abcissas correspondentes $x(t)$. No caso de um automóvel, por exemplo, $x(t)$ é a posição na estrada ocupada pelo para-choque dianteiro em cada instante t .

Figura 4 – Posição de corpo em movimento



Fonte: NUSSENZVEIG, 2003

Experimentalmente, determinam-se essas posições usando-se métodos de “congelamento” de imagens com uso de filmadoras, fotografias de exposição múltiplas, etc., de modo que as posições do objeto possam ser determinadas para cada instante de tempo conhecido.

A velocidade média v do movimento é definida por:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1} \quad (2.1)$$

De acordo com o que já vimos, esta razão define também a inclinação da reta que representa graficamente o movimento uniforme, o que nos permite identificar a velocidade do móvel com o parâmetro geométrico relacionado com a inclinação da reta em relação ao eixo t . Ou seja, $v = 0$ para a equação da reta. A velocidade pode ser positiva ou negativa. A razão $\Delta x/\Delta t$, que define a velocidade, pode ter valores positivos ou negativos, dependendo do sinal do deslocamento Δx , quando Δt é positivo. Assim,

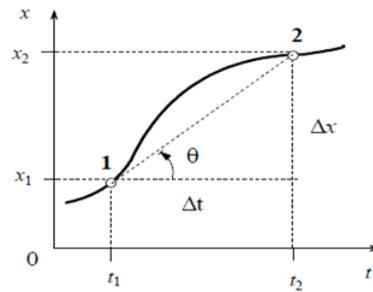
$$\begin{cases} v > 0, & \text{se } \Delta x > 0 \\ v < 0, & \text{se } \Delta x < 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

O sinal da velocidade está relacionado com o sentido do movimento em relação ao referencial considerado, que, no caso do movimento retilíneo, é simplesmente o eixo das coordenadas x . Assim, para $v > 0$ o movimento se dá no mesmo sentido desta reta orientada, enquanto que, para $v < 0$, o sentido do movimento é contrário a essa orientação. Como vimos, a velocidade pode tomar valores positivos ou negativos, sendo que o sinal relacionado com o sentido do movimento. Assim, podemos dizer que a grandeza velocidade, da forma como foi definida para o movimento retilíneo, contém informações acerca tanto da rapidez, quanto do sentido do movimento realizado.

2.2 Interpretação geométrica da velocidade média

O gráfico de um movimento não uniforme pode ser qualquer curva como, por exemplo, a mostrada na figura 5. De acordo com a definição, geralmente a velocidade média representa geometricamente o coeficiente angular ($= \tan \theta$), da corda que liga os extremos 1 e 2 do arco de curva no gráfico $x \times t$.

Figura 5 – Interpretação geométrica da velocidade em gráfico



Fonte: NUSSENZVEIG, 2003

Vamos iniciar com uma situação prática que servirá como modelo para uma discussão mais geral. Imagine um corpo se movendo numa reta, sendo $S(t)$ sua distância após t horas do ponto de partida. Suponha que você deseje determinar a velocidade do corpo num certo tempo t , mas não possui acesso ao dispositivo que determine a velocidade. Eis o que você pode fazer. Você precisa conhecer, primeiro, a posição do carro no tempo t e, depois, no tempo $t + \Delta t$, isto é, determinar $S(t)$ e $S(t + \Delta t)$.

Calcule, então, a velocidade média do carro entre t e $t + \Delta t$ como se segue:

$$\text{Velocidade média} = \frac{\text{Variação na distância}}{\text{Variação no tempo}} = \frac{S(t + \Delta t) - S(t)}{\Delta t}$$

Como a velocidade do corpo varia durante o intervalo de tempo t e $t + \Delta t$, a velocidade não será igual à velocidade instantânea (a velocidade mostrada pelo o corpo) no tempo t . Entretanto, quando Δt é pequeno, é pequena a possibilidade de variações drásticas de velocidade. Então, a velocidade instantânea será uma boa aproximação da velocidade média.

Pode-se calcular a velocidade instantânea no tempo t fazendo Δt tender a zero na expressão da velocidade média.

Note que a expressão da velocidade média $\frac{S(t + \Delta t) - S(t)}{\Delta t}$ é exatamente a razão incremental encontrada na definição de derivada. Quando Δt tende a zero, este quociente tende ao valor da derivada de S . Segue-se que a velocidade média no tempo t é justamente a derivada $S'(t)$ da função-distância.

Definição: A velocidade de um objeto móvel é a derivada $S'(t)$ de sua função-posição, isto é:

$$\text{Velocidade} = \text{derivada da distância}$$

Como a velocidade do corpo varia durante o intervalo de tempo t e $t + \Delta t$, a velocidade não será igual à velocidade instantânea (a velocidade mostrada pelo corpo) no tempo t . Entretanto, quando Δt é pequeno, é pequena a possibilidade de variações drásticas de velocidade. Então, a velocidade instantânea será uma boa aproximação da velocidade média.

Pode-se calcular a velocidade instantânea no tempo t fazendo Δt tender a zero na expressão da velocidade média.

2.3 A velocidade instantânea

Foi estudado o conceito de velocidade média e visto que a velocidade média é a distância percorrida, dividida pelo tempo gasto para percorrer esta distância. Se um indivíduo viaja de uma cidade para outra, distante 30 quilômetros, e gasta uma hora, a velocidade média é de 30 km/h.

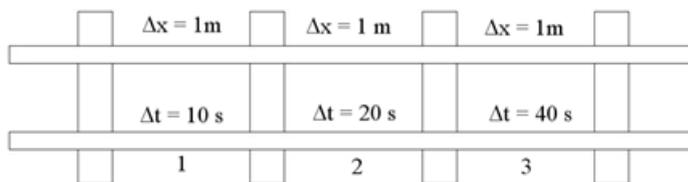
Se considerar a ideia de atravessar uma cidade do início ao fim, a distância a ser percorrida é de 30 quilômetros e gasta-se uma hora para percorrê-la. É possível obter a velocidade média? Sim, pois ao passar por grandes avenidas onde o limite de velocidade é de 80 km/h, o carro andou mais rápido, por outro lado, teve que parar em diversos semáforos e em cruzamentos perigosos. Mesmo havendo variação de velocidade ainda é possível obter a velocidade média. Para que pudesse fazer isso, o motorista usou os freios e o acelerador do carro, ou seja, mudou a velocidade a cada instante. Assim, da mesma maneira que é possível dizer, com precisão, qual a posição (instantânea) em um dado momento, é possível poder dizer qual era a velocidade instantânea neste mesmo momento. Quem informa isso é o velocímetro (ponteiro em constante movimento no visor) do carro, pois ele é capaz de indicar a velocidade instantânea.

A maneira de calcular esta velocidade média consiste em primeiro lugar, usar a expressão matemática que relaciona a velocidade média, o deslocamento e o tempo:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (2.3)$$

Assim para cada Δx da **figura 6**, temos um Δt que permite calcular a velocidade média, mas que não pode ser usada para calcular a velocidade instantânea.

Figura 6 – Relação entre variações de espaços e tempos



Fonte: CARVALHO e CUNHA.

http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11383104052012Fisica_Basica_Aula_3.pdf

A **figura 6** mostra uma linha de trem, onde a diferença entre dois dormentes é sempre de um metro, mas que o tempo que o limpador-trilhos (aquela parte pontuda na frente do trem) leva para atravessar esta distância varia. No trecho 1, leva 10 segundos; no trecho 2, leva vinte segundos e no 3, ele leva quarenta segundos. É possível calcular aqui a velocidade média:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{3\text{m}}{70\text{s}}$$

E também determinar a velocidade média em cada trecho:

$$\bar{v}_1 = \frac{1\text{m}}{10\text{s}} = 0.1\text{m/s}$$

$$\bar{v}_2 = \frac{1\text{m}}{20\text{s}} = 0.05\text{m/s}$$

$$\bar{v}_3 = \frac{1\text{m}}{40\text{s}} = 0.025\text{m/s}$$

Em três trechos distintos, portanto, obteve-se três velocidades diferentes porque o tempo gasto para percorrer o trecho mudou. Outra maneira de visualizar isto é manter os tempos iguais e variar a distância percorrida. Tem-se três trechos que serão percorridos no espaço de 10 segundos, mas com as velocidades que se calculou anteriormente. O comprimento de cada um destes trechos é obtido facilmente ao modificar-se a equação da velocidade média:

$$\Delta x = \bar{v} \cdot \Delta t \tag{2.4}$$

Obtém-se, assim, os seguintes deslocamentos:

$$\Delta x_1 = \left(\frac{0.1\text{m}}{\text{s}} \right) \cdot (10\text{s}) = 1\text{m}$$

$$\Delta x_1 = \left(\frac{0.05\text{m}}{\text{s}} \right) \cdot (10\text{s}) = 0.5\text{m}$$

$$\Delta x_1 = \left(\frac{0.025\text{m}}{\text{s}} \right) \cdot (10\text{s}) = 0.25\text{m}$$

Quando se utiliza intervalos de tempo iguais, a velocidade determina qual a distância percorrida. A distância total percorrida seria então 1,75 metros, que, dividida por 30 segundos, dá uma velocidade média de 0,058 m/s. Mas, estes valores não se correspondem. Parece haver algo errado; e, de fato, há. Foi criada uma divisão arbitrária entre três momentos quando o trem passava pelos trechos 1, 2 e 3. Não se levou em consideração que, para passar do trecho 1 para o trecho 2, houve uma diminuição da velocidade que não foi instantânea.

A velocidade diminuiu desde um valor inicial até um valor final de maneira gradual. Dividir, então, o movimento em três trechos não foi suficiente para que se pudesse obter o valor da velocidade instantânea em cada um dos pontos. Seria necessário dividir o trecho em muitos trechos menores. Com o aumento do número de trechos, porém, diminui o espaço de tempo que o trem gasta para percorrê-lo. Assim, é possível, formalmente, definir a velocidade instantânea:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (2.5)$$

Esta equação informa que a velocidade instantânea de um objeto é dada pela divisão da distância percorrida (Δx) dividida pelo tempo gasto para percorrê-la (Δt), quando este intervalo de tempo é muitíssimo pequeno, na verdade quase igual a zero. Em linguagem matemática, diz: “no limite de Δt tendendo a zero”. Neste limite, o denominador chega perto do zero, mas o numerador também. Esta é a definição da derivada!

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (2.6)$$

Onde se lê que “a velocidade instantânea é dada pela derivada da posição em relação ao tempo”, ou que “a velocidade instantânea é dada pela taxa de variação da distância em relação ao tempo”.

São inúmeras as maneiras de descrever esta definição, e a representação gráfica é um recurso que pode ajudar. A figura 7 representa o gráfico da posição em função do tempo. Utilizando os dados do exemplo citado: uma partícula sai de um ponto 1 e depois de 10 segundos chega a um ponto 2 e dista 1 metro do ponto 1; após mais 10 segundos, chega a um ponto 3 que dista 0,5 metros do ponto 2 e finalmente, após mais 10 segundos, chega ao ponto 4 que dista 0,25 metros do ponto 3. O tempo gasto para ir de 1 a 2 é o mesmo que o tempo gasto para percorrer qualquer um dos outros trechos.

Figura 7 – Relação métrica entre pontos e suas respectivas distâncias



Fonte: CARVALHO e CUNHA.

http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11383104052012Fisica_Basica_Aula_3.pdf

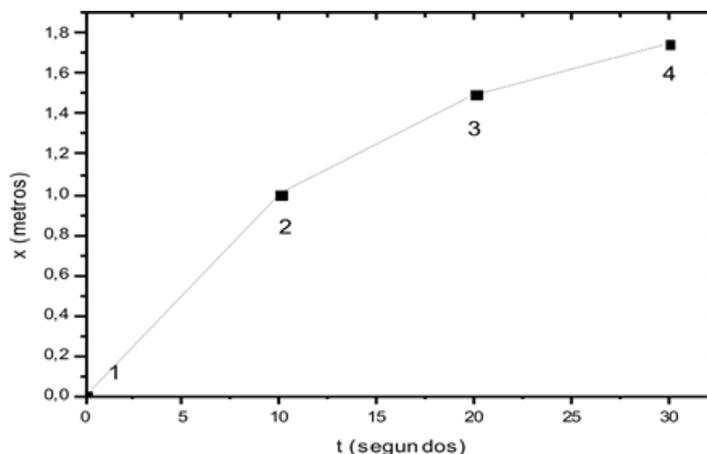
Para poder fazer um gráfico da posição em relação ao tempo, é preciso estabelecer um ponto de referência. É possível iniciar afirmando que o sistema de referência e de coordenadas está colocado sobre o ponto 1. Nesse caso, pode-se fazer uma tabela que mostra a posição x do objeto a cada instante em relação à origem.

Tabela 2 – Posição em função do tempo

| Ponto | $x(m)$ | $t(s)$ |
|-------|--------|--------|
| 1 | 0,00 | 0 |
| 2 | 1,00 | 10 |
| 3 | 1,50 | 20 |
| 4 | 1,75 | 30 |

Fonte: Próprio Autor

Figura 8 – Gráfico da posição em função do tempo referente a Tabela 2



Fonte: Próprio Autor

Para obter as velocidades médias nos trechos 1, 2 e 3, conforme a figura da linha de trem, pode-se observar que inicialmente, o trecho 1 é aquele que parte do ponto 1 e vai até o ponto 2, ou seja, sai da origem e vai até uma distância de um metro em dez segundos. A velocidade média pode então ser calculada:

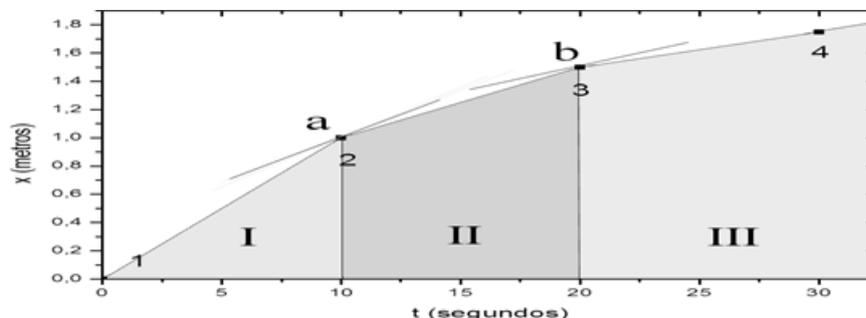
$$\overline{v}_1 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{1 - 0}{10 - 0} = 0.1\text{m/s}$$

$$\overline{v}_2 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_3 - x_2}{t_3 - t_2} = \frac{1.5 - 1}{20 - 10} = 0.05\text{m/s}$$

$$\overline{v}_3 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_4 - x_3}{t_4 - t_3} = \frac{1.75 - 1.5}{30 - 20} = 0.025\text{m/s}$$

Esses resultados já eram previsíveis, mas o ponto interessante pode ser visto na figura abaixo, onde a última figura está ligeiramente alterada.

Figura 9 – Gráfico de relação entre espaços e tempo



fonte: CARVALHO e CUNHA.

http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11383104052012Fisica_Basica_Aula_3.pdf

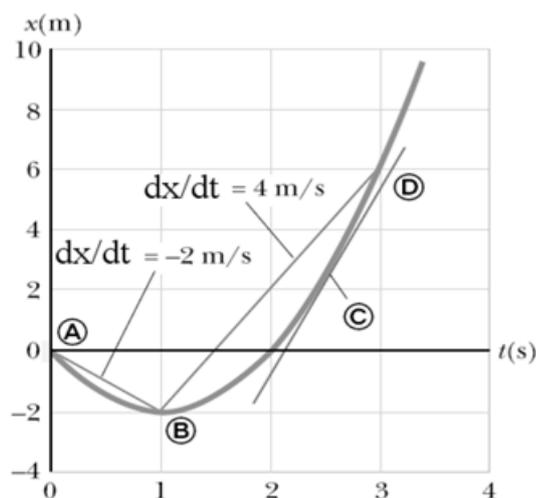
É possível perceber que as três regiões distintas I, II e III tem uma velocidade média constante. Quando se passa entre as regiões nos pontos 2 e 3, a velocidade muda e de que forma se interpreta as retas a e b? Pela figura, nota-se que as retas que unem os pontos 1 e 2, 2 e 3, 3 e 4 e as retas a e b correspondem à tangente da curva em cada um dos pontos. Isto significa que a tangente que se obtém em um gráfico corresponde à derivada da variável em y em relação à variável em x .

Em cada ponto da curva que vai de 1 até 4, se tomar a tangente à curva naquele ponto, obtém-se a derivada da distância em relação ao tempo, ou seja, a velocidade instantânea. Note que, entre os pontos 1 e 2, qualquer ponto que seja escolhido terá a mesma tangente, o que significa que terá a mesma velocidade instantânea, ou seja, em todos estes

pontos, a velocidade instantânea será igual à velocidade média. Quando se passa de uma região para outra, a tangente será diferente e, portanto, a velocidade instantânea será diferente.

Vejam os um exemplo na figura a seguir:

Figura 10 – Identificação tangencial da velocidade



Fonte: CARVALHO e CUNHA.

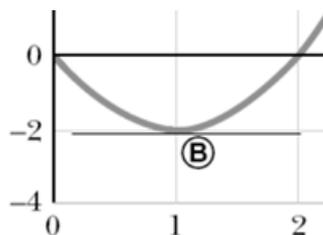
http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11383104052012Fisica_Basica_Aula_3.pdf

Tem-se agora um movimento sensivelmente mais realista: um objeto sai de um ponto A que corresponde à origem do sistema de coordenadas e anda para a esquerda (ou seja, para valores negativos de x). Depois de um segundo, chega ao ponto B e inverte a direção de movimento. Passa novamente pela origem e percorre na direção dos pontos C e D. Pode-se extrair diversas informações a respeito desse movimento. A primeira delas é que, em nenhum lugar, o gráfico corresponde a uma reta. Isto significa que, em nenhum lugar, a velocidade média é igual à velocidade instantânea. Considere, por exemplo, o trecho entre A e B. O corpo vai da posição $x = 0$ m até a posição $x = -2$ m em apenas 1 segundo. Pode-se calcular a sua velocidade média facilmente:

$$\overline{v_{a \rightarrow b}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-2 - 0}{1 - 0} = -2 \text{ m/s}$$

Esta velocidade não é a velocidade instantânea, pois essa igualdade só ocorre em um único ponto da trajetória que corresponde ao tempo de 0,5 segundos. Neste ponto, uma reta tangente à curva tem a exata inclinação da reta que une os pontos A e B. Em todos os outros pontos, a inclinação é diferente. Vamos ver o que acontece exatamente no ponto B. Se traçar uma tangente à curva no ponto B, ela será parecida com a seguinte representação.

Figura 11 – Velocidade em um ponto fixo



Fonte: CARVALHO e CUNHA.

http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11383104052012Fisica_Basica_Aula_3.pdf

A reta corresponde à tangente no ponto B. Nesse caso, o valor desta tangente ou a variação Δx é igual a zero. A tangente também é zero, e então a velocidade instantânea (apenas em B) é zero. Isto significa simplesmente que o corpo parou. Nota-se que precisava mesmo ter parado, uma vez que estava indo para uma direção e neste ponto inverteu a direção de movimento.

Agora que já se compreendeu como interpretar um gráfico, o propósito é verificar como expressar a equação que descreve a velocidade média, que representa a divisão da distância percorrida pelo tempo gasto. A velocidade instantânea é dada pela derivada da posição em relação ao tempo.

Inicialmente, nota-se que a posição de um corpo em relação a um sistema de referência é dada pela sua distância até este ponto em função do tempo: $x = x(t)$. Isto mostra que a posição depende do tempo. Observe novamente a figura que explicita a região I a qual está limitada por uma reta. Isto significa que a velocidade média é a mesma em todos os pontos desta região. Sendo assim, há uma maneira simples de se determinar a posição do corpo em relação ao tempo:

$$\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = 0.1\text{m/s}$$

3 Metodologia e produto educacional

3.1 Metodologia da pesquisa

O trabalho foi desenvolvido junto a alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola de ensino fundamental da rede municipal de Brejo Santo, Ceará, sobre o tema velocidade, um conceito de física proposto para ser trabalhado neste ano escolar. As atividades foram realizadas no contra turno de aula para que não houvesse comprometimento do calendário escolar nem prejuízo em outras disciplinas, com duração de 50 minutos.

A utilização do kit de Velocidade Média construído pelo mestrando pretendeu tratar conceitos físicos relativos ao movimento, com alunos 9º ano do ensino fundamental, utilizando, para tanto, uma Sequência Didática. Na concepção de Rojo e Glaís (2004), uma sequência didática consiste em:

Desenvolver uma proposta que norteie aspectos relevantes na construção/interiorização da escrita processual e exige não um trabalho maçante em volta do texto, mas um conjunto amplo de atividades que visem o texto como unidade de ensino e os gêneros textuais como objetos de ensino. Uma sequência didática é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero oral ou escrito. (...). Quando nos comunicamos, adaptamo-nos à situação de comunicação. (...). Os textos escritos ou orais que produzimos diferenciam-se uns dos outros e isso porque são produzidos em condições diferentes (p. 97).

Assim, uma sequência didática pode ser considerada como um conjunto organizado de materiais de ensino destinados a ensinar/permitir aprendizagem de um determinado conteúdo. Uma SD deve ser composta de recursos de ensino para alunos e orientações para o professor. Uma boa metáfora para uma sequência didática seria considerá-la como algo autossuficiente que se recebida pelo correio por um professor, permitiria que ele conduzisse um processo de ensino-aprendizagem de sucesso.

O trabalho desenvolvido consistiu numa pesquisa de natureza qualitativa, tendo sido realizado um estudo de caso, com uma turma de alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola da rede particular municipal de Brejo Santo, estado do Ceará na qual o mestrando atuava como docente. A escolha pela pesquisa de natureza qualitativa se deve as suas características, tais como

[...] A pesquisa quantitativa tipicamente emprega delineamentos experimentais ou correlacionais para reduzir erros, vieses e outros ruídos que impedem a clara percepção dos fatos sociais, enquanto o protótipo do estudo qualitativo é a etnografia [...] O pesquisador quantitativo ideal é desprendido para evitar viés, enquanto o pesquisador qualitativo fica 'imerso' no fenômeno de interesse (FIRESTONE, 1987, pp. 16-17).

O estudo de caso, por sua vez, se justifica pelas peculiaridades da pesquisa, que consiste num estudo de uma única escola, com alunos de um determinado ano escolar, e que de acordo com Merriam, se identifica como

uma descrição e análise intensiva de um fenômeno ou unidade social. E pode ser caracterizado como uma pesquisa empírica que investiga o fenômeno no contexto da vida real (YIN,1994) e ocorre em um contexto delimitado (MILES e HUBERMAN, 1994 apud MERRIAM, 1998).

A pesquisa realizada se apoia na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que reconhece e procura valorizar e aproveitar os conhecimentos prévios dos alunos como elementos motivadores no processo ensino-aprendizagem, lembrando que,

Uma educação de qualidade deve permitir ao estudante ir além dos referentes de seu mundo cotidiano, assumindo-o e ampliando-o, de modo a tornar-se um sujeito ativo na mudança de seu contexto. Para que isso ocorra, são indispensáveis conhecimentos e experiências escolares que garantam ao aluno uma visão acurada da realidade em que está inserido (favorecendo-lhe uma ação consciente no mundo imediato) e que contribuam para a expansão de seu universo cultural. (MOREIRA, 2008, p. 2)

Dessa forma, um aluno:

Mobiliza-se, em uma atividade, quando nela faz uso de si mesma como recurso, quando é posta em movimento por móveis que remetem a um desejo, um sentido, um valor. A atividade possui, então, uma dinâmica interna. Mas não se deve esquecer, entretanto, que essa dinâmica supõe uma troca com o mundo, onde a criança encontra metas desejáveis, meios de ação e outros recursos que não ela mesma (CHARLOT, 2005, p. 55)

Nessa perspectiva, o professor deverá ser capaz e estar atento a escolher métodos e estratégias didáticas que viabilizem a aprendizagem de novos conhecimentos, tendo em vista os conceitos que os alunos dominam, para que eles sirvam para ancorar os novos conhecimentos. Para tanto, deve ser cuidadoso ao selecionar técnicas (textos, filmes e experimentos) que estejam de acordo com o conteúdo que será apresentado.

Por mais que seja complexo um método, os docentes são potencialmente capazes e conseguem elaborar estratégias didáticas que tornem possível apresentar o novo conhecimento de modo a que os estudantes se interessem por ele. Assim, pode-se considerar que “o professor é o elemento do sistema que tem acesso direto e contato contínuo com os estudantes, (...), é ele também quem decide, em última instância sobre a utilização dos materiais didáticos”. (KRASILCHIK, 1987, p. 45).

Em um segundo momento é consistente e oportuno que o professor seja capaz de “selecionar, organizar e problematizar conteúdos de modo a promover um avanço no

desenvolvimento intelectual do aluno, na sua construção como ser social” (BRASIL, 1997, p. 28). Também não podemos esquecer que diante das colocações feitas e que

Já são bem divulgadas as críticas ao ensino de ciências centrado na memorização dos conteúdos, ao ensino enciclopédico e fora do contexto social, cultural ou ambiental, que resulta em uma aprendizagem momentânea, para a “prova”, que não se sustenta a médio ou a longo prazos. Por outro lado, é sabido que as aulas, interessantes de ciência envolvem coisas bem diferentes, como por exemplo, ler texto científico, experimentar, observar, fazer resumo, esquematizar ideias, ler matéria jornalística, valorizar, (...) dessa forma o conhecimento científico, que também é construção humana, pode auxiliar os alunos a compreenderem sua realidade global ou regional. (BRASIL (c) , 1997, p. 58).

Uma condição para a compreensão de conteúdos no ensino fundamental é a retomada do contexto no qual são produzidos os conhecimentos científicos e tecnológicos, como apontam os PCN, pois:

A história das Ciências também é fonte importante de conhecimentos na área. A história das ideias científicas e a história das relações do ser humano com seu corpo, com os ambientes e com os recursos naturais devem ter lugar no ensino, para que se possa construir com os alunos uma concepção interativa de Ciência e Tecnologia não-neutras, contextualizada nas relações entre as sociedades humanas e a natureza. A dimensão histórica pode ser introduzida nas séries iniciais na forma de história dos ambientes e das invenções. Também é possível o professor versar sobre a história das ideias científicas, conteúdo que passa a ser abordado com mais profundidade nas séries finais do ensino fundamental (BRASIL(c), 1997, p. 27)

Para que o docente trabalhe no sentido da construção de conceitos científicos, Astolfi e Develay (1991) lembram que ensinar “um conceito de biologia, física ou química, não pode mais se limitar ao fornecimento de informações e de estruturas correspondendo ao estado da ciência do momento, mesmo se estas são eminentemente necessárias” (p. 36).

Uma verdadeira aprendizagem científica é, no mínimo, desenvolvida por transformações feitas pelo indivíduo, por meio dos saberes disponíveis e da obtenção dos conceitos, como aponta Lima (2008) ao afirmar que:

O ser humano constitui e amplia os conceitos, continuamente, mas esta ampliação depende de elementos internos e externos à pessoa. Para constituição de um conceito não é suficiente somente a construção de significado, mas também o estabelecimento e a compreensão das relações múltiplas possíveis existentes entre os vários significados. Ao compreender esta rede de relações, o ser humano constitui categorias de pensamento que vão permitir, por sua vez, a compreensão de redes de relações mais complexas (p. 46)

Estabelecer boas relações com os alunos e garantir que essas relações entre estudantes sejam positivas e de apoio é o primeiro passo para a obtenção de um ambiente de

respeito e harmonia. A interação com os alunos estimula e cultiva a confiança entre os estudantes e o professor, fazendo os mesmos sentirem-se seguros para assumir os desafios intelectuais, sem medo de represálias ou de serem ridicularizados.

Conhecer o que o aluno sabe e o que ele não sabe é o primeiro passo para a melhoria no processo de ensino e aprendizagem. Deve-se constantemente acompanhar as aprendizagens construídas pelos alunos a fim de dar feedback ao longo desse processo. Para isso, o professor deve criar condições para que o aluno se expresse continuamente, seja de forma oral e escrita, faça observações cuidadosas em relação ao que o aluno escreve e escute com atenção as perguntas e afirmações feitas por eles para identificar suas dificuldades e, assim, saber quando precisam de uma atividade extra ou de uma explicação adicional.

Tão importante quando identificar as necessidades dos alunos é poder dar retorno sobre o aprendizado de forma precisa e objetiva. Ou seja, só identificar o que os alunos precisam não é o suficiente. É necessário que o professor procure diferentes estratégias para poder dar retorno preciso sobre dúvidas ou tarefas dos alunos. Isso pode acontecer de forma individualizada, em pequenos grupos ou até mesmo para toda a turma, caso seja necessário.

Para assegurar o desenvolvimento da pesquisa proposta, a metodologia adotada consistiu de um conjunto de etapas, que foram:

1ª etapa: mapeamento das concepções prévias dos alunos acerca do conceito de velocidade. Esta etapa será aplicada em toda a turma de alunos do 9º ano, selecionada para a pesquisa, e será utilizado um questionário constando de questões abertas e fechadas (pré-teste), aplicado em dia específico para todos os presentes na aula. A elaboração do instrumento levará em consideração a experiência do professor pesquisador em trabalhar com alunos deste ano escolar e as possíveis indagações que são mais comumente expressas em sala de aula.

2ª etapa: análise das respostas do questionário aplicado, com tabulação dos dados e construção de um mapa conceitual das concepções dos alunos. Esses dados servirão de apoio para que o professor pesquisador possa planejar a sequência didática que usará para o desenvolvimento do experimento do kit de velocidade.

3ª etapa: realização da sequência didática envolvendo a aplicação do kit de velocidade. Caberá ao professor pesquisador, observando os dados obtidos no pré-teste, planejar a sequência didática, constando de pelo menos 6 aulas, com vistas a explorar as diversas possibilidades conceituais que o kit de velocidade permite. Nesse momento, as observações serão registradas por meio de diário de campo do professor, gravação de áudio e vídeo junto ao grupo de alunos. Importante destacar que apenas parte da turma de 9º ano participará da atividade com o kit de velocidade, uma vez que parte da turma terá o mesmo conteúdo abordado em sala de aula, de modo expositivo, para servir de grupo controle.

4ª etapa: análise dos dados coletados durante a realização do experimento e co-tejamento com a abordagem científica e com os dados coletados no pré-teste.

5ª etapa: aplicação de pós-teste aos dois grupos de alunos, na sala de aula, para nova coleta de dados e comparações. Nessa etapa, a aplicação do pós-teste será em grupos separados, procurando identificar contrastes entre eles.

Piaget e Garcia (1981), enfatizam e comparam as semelhanças entre os conhecimentos que abordam ciência e pré-ciência, mas mantém a ideia de que o

conhecimento científico não é uma nova categoria (...) As normas da Ciência representam uma extensão das normas do pensamento e da ação primitiva, mas elas incorporam dois novos requisitos: coerência interna (do sistema total) e verificação experimental (para as ciências não dedutivas) (p. 26).

Partindo desse questionamento, vale salientar que o aluno, por mais que tenha um conhecimento prévio sobre o conceito de velocidade, ele pode não ser completo em relação a concepção científica vigente e é nesse momento que a aprendizagem deve ter um significado, que elementos separados possam se unir para tornar motivante o gosto pela aprendizagem e que o assunto abordado no 9º ano do ensino fundamental possa servir de base para manter vivo o espírito da ciência e permitir a evolução para o conceito cientificamente reconhecido como válido.

A aprendizagem significativa propõe a inclusão de novos significados que se tornam parte de um resultado final mais abrangente e complexo e para isso recorre aos subsunçores. No propósito de verificar o rendimento em sala de aula, tomam-se por base, alguns pontos que Ausubel define como satisfatórios:

- (I) O conceito de velocidade do estudante pode ou não ter uma relação com o conhecimento cientificamente válido. É a aproximação entre os dois conceitos que orientará o professor a escolher estratégias didáticas que se adequem a situação.
- (II) A disposição por parte do aluno para aprender deverá ser estimulada pelo professor, visando minimizar os efeitos de uma aprendizagem mecânica. Ausubel considera a motivação fator determinante para a aprendizagem significativa.
- (III) O professor deverá tornar o conteúdo potencialmente significativo e que as informações mantenham uma lógica sequencial partindo de pontos de nível básico, intermediário e se possível, atingir um nível mais avançado. Não se deve considerar apenas o aspecto quantitativo, mas o material que o aluno dispõe em mãos tenha qualidade, seja de fácil compreensão e satisfatório ao seu entendimento.

3.2 Produto educacional

A realização do experimento foi feita por equipes em que os alunos iam preenchendo dados que serviriam para estabelecer a relação entre espaço e tempo e, num momento posterior, utilizariam a formulação matemática para obter o resultado da incógnita conhecida como velocidade.

Com o intuito de favorecer a compreensão do aluno, foi realizado avaliações diagnósticas e dado feedback sobre a aula, visando investigar o que foi apreendido pelos alunos. Atividades experimentais e teóricas possibilitaram o desenvolvimento de habilidades básicas como: observar, analisar, comparar, registrar e sintetizar pontos e aspectos que serão prioritários nos conteúdos e na absorção de conhecimentos feitos pelos os alunos.

O produto educacional consistiu na construção de um Kit experimental que permite explorar o conceito de Velocidade Escalar Média e que será destinado aos docentes da disciplina de Ciências Naturais nas séries finais do ensino fundamental. Nele, além dos conceitos físicos envolvendo os fundamentos básicos da velocidade média, será possível também explorar a aplicação da matemática na resolução de problemas de física. A produção do kit inclui, além dos recursos materiais que permitiram sua montagem, um conjunto de tabelas e procedimentos que servirão para os docentes definirem estratégias de utilização em sala de aula, visando a melhoria do trabalho pedagógico junto aos alunos.

O kit foi fabricado artesanalmente com canos e conexões de PVC, e possui uma arquitetura de acomodação a fim de manter o mesmo formato tanto na saída da rampa como no final da mesma.

A confecção do kit se deu com uso dos seguintes materiais:

- 4 placas de forro de PVC (para o trilho);
- 10 subplacas de PVC (para a plataforma de elevação);
- 50 cm de cano PVC de 40 mm (para a confecção do carro);
- 4 tampões de PVC de 40 mm (rodas do carro);
- Uma régua de 30 cm;
- Cronômetro (aplicativo de celular);
- Pincel para quadro branco (Azul ou Preto);

O processo de confecção consistiu na conexão das placas para a obtenção do trilho, local onde um pequeno carro vai executar o movimento de deslocamento. As 10 subplacas serviram de plataformas, que os alunos utilizaram, de forma sequencial, para a coleta de

dados sobre velocidade. Com a régua, foram delimitadas posições de 20 em 20 cm, criando situações em que era possível identificar o espaço inicial e o final, pontos importantes para os cálculos de velocidade.

A fabricação do carrinho foi toda realizada com cano PVC e com a conexão em tampão. O carro faz seus deslocamentos pelo trilho do forro, e com o uso de uma régua (delimitação dos espaços) e um cronômetro (aplicativo de celular) é calculada a relação espaço/tempo. Cada plataforma definiu uma altura h , o que proporcionou ao veículo variação na velocidade. Para estimular os alunos a testarem suas hipóteses, o professor sugeriu que eles colocassem o carro nas diversas plataformas, a fim de verificar os resultados da relação espaço/tempo.

Baseado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, o professor pode, em cada situação, definir a sequência didática capaz de auxiliar o aprendizado dos alunos em relação ao conteúdo trabalhado. Ele deve planejar suas aulas com atividades cognitivamente desafiadoras, a fim de estimular o interesse e a participação dos alunos durante a realização das mesmas. Uma atividade potencialmente desafiadora, além de despertar a curiosidade dos alunos, é capaz também de desenvolver diferentes habilidades cognitivas, como compreensão, análise, síntese, relação e associação, comparação, aplicação, formulação de hipóteses, planejamento, argumentação, criatividade, etc.

A seguir, procurar-se-á descrever os passos para a construção de uma Sequência Didática sobre o conceito de velocidade com o uso do kit proposto.

1º Momento (1 aula): Conhecimentos prévios

- Levantar conceitos e definições sobre Cinemática;
- Instigar hipóteses, questionamentos e crítica sobre a história, definição e aplicação da Cinemática;
- Explicação de possíveis questionamentos por parte dos alunos.

Nesse momento foi aplicado um pré-teste que continha seis questões abertas envolvendo o conceito de velocidade. Seu objetivo era investigar as concepções prévias que os alunos tinham sobre velocidade.

2º Momento (2 Aulas): Introdução ao conceito

Antes de iniciar a aula, os alunos foram orientados sobre a importância da participação coletiva durante as atividades propostas, explicando que, dessa forma, poderá ocorrer uma maior integração e um diálogo mais amplo sobre o tema abordado. A questão motivadora para este momento foi: O que é velocidade média? A escuta por parte do professor possibilita que ele construa um diagnóstico dos conhecimentos prévios dos

alunos sobre o tema, o que lhe dará substrato para a tomada de decisão sobre como deverá ser preparado os próximos momento da sequência didática. Apresentar o marco histórico sobre a velocidade e como foi formulada essa ideia, assim como suas equações matemáticas.

3º Momento (2 aulas): Definição conceitual de velocidade média e suas aplicações

Nesse momento foi apresentado os conceitos de velocidade e velocidade média, tentando mostrar os aspectos fenomenológicos em detrimento das formulações matemáticas. O assunto foi introduzido a partir da explicação de que a velocidade de um corpo é dada pela relação entre o deslocamento deste em determinado tempo e que a velocidade pode ser considerada a grandeza que mede o quão rápido um corpo se desloca. A análise da velocidade média é considerada uma grandeza vetorial, ou seja, tem um módulo (valor numérico), uma direção (Ex.: vertical, horizontal, ...) e um sentido (Ex.: para frente, para cima, ...). Porém, para problemas elementares, onde há deslocamento apenas em uma direção, o chamado movimento unidimensional, convém tratá-la como uma grandeza escalar (com apenas valor numérico). As unidades de velocidade comumente adotadas são: m/s (metro por segundo); km/h (quilômetro por hora).

No Sistema Internacional (SI), a unidade padrão de velocidade é o m/s. Por isso, é importante saber efetuar a conversão entre o km/h e o m/s, que é dada pela seguinte relação:

$$\frac{1 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}}$$

A partir daí, é possível extrair o seguinte fator de conversão:

$$\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 3,6 = \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad \text{e} \quad \frac{\text{km}}{\text{h}} \div 3,6 = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Já a velocidade média indica o quão rápido um objeto se desloca em um intervalo de tempo médio e é dada pela seguinte razão:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Onde:

v_m = Velocidade Média

Δs = Velocidade Média [posição final - posição inicial ($S_{final} - S_{inicial}$)]

Δt = Intervalo de tempo [tempo final - tempo inicial ($t_{final} - t_{inicial}$)]

4º Momento (2 aulas): Uso do kit de velocidade média

Com os kits montados em sala de aula, os alunos começam a perceber a importância dos componentes para a realização dos cálculos, obtidos a partir das orientações feitas pelo professor e o preenchimento dos valores para a conclusão dos resultados.

5º Momento (1 Aula) - Seminários sobre os resultados

Diante dos cálculos obtidos com o kit, as equipes irão expor, de forma literal, e por meio de notação científica, os resultados encontrados, considerando o conceito científico sobre velocidade média e a sua relação com o que vai ser apresentado por eles.

6º Momento (2 aulas) - Feedback

Aplicação de um questionário final, com o objetivo de verificar se os conhecimentos trabalhados a partir do kit ampliaram a compreensão dos alunos sobre o conceito, construindo novos esquemas cognitivos.

3.2.1 Intervenção pedagógica

A intervenção pedagógica se desenvolveu nos seguintes momentos:

1º Momento (27/10/17) - Aplicação do questionário

Diante de uma sala de 9º ano aplicou-se um questionário com o propósito de verificar os conhecimentos sobre o assunto velocidade. No início, os alunos começaram a fazer algumas perguntas, que o professor procurou esclarecer da melhor forma possível, explicando que eles deviam responder a partir das suas opiniões e conhecimentos que já possuíam sobre o tema.

Chamou a atenção nesse momento o fato dos alunos recorrerem as suas experiências de vida para tentar responder as questões, como o transporte que usavam para se deslocar para escola - no caso, motocicleta - e que no percurso o condutor do veículo precisava aumentar ou diminuir a velocidade dependendo dos percalços que encontrasse pelo caminho, como outros veículos em menor velocidade, pessoas andando de bicicleta, necessidade de parada devido a sinalização, acidente geográfico, etc.

Esse momento foi rico em trocas e interações entre os alunos e ao final da atividade, ficou claro que os alunos identificaram dois fatores que faziam diferença no cálculo da velocidade: o tempo que demorava para fazer o percurso para a escola e o comportamento do ponteiro do velocímetro. Os alunos ainda ilustraram, a partir de suas vivências, situações em que precisavam chegar em casa em menor tempo, o que os faziam andarem mais rápidos, passando por situações que representavam perigos de acidente justamente por conta da velocidade em que eles conduziam o veículo (moto).

Analisando as respostas dos alunos no pré-teste é possível perceber que estes conseguem associar a velocidade com deslocamento, repouso, movimento ou força, mas nenhum deles relaciona a ideia de velocidade com o tempo. Algumas das respostas podem ser observadas, como:

“Velocidade é qualquer deslocamento de qualquer coisa saindo do seu estado de repouso” (Aluno 1)

“Tudo que se movimenta” (Aluno 2)

“Velocidade é uma aplicação de força em determinado objeto que consequentemente faz ele se deslocar para outro local, de forma lenta ou rápida” (Aluno 4)

“Velocidade é tudo aquilo que pode ser medido” (Aluno 10)

“Velocidade é a rapidez que um corpo pode atingir e o quão rápido um corpo pode chegar em um local” (Aluno 15)

“Velocidade é um meio de movimentação que um corpo ou objeto adquire por meio de uma força ou por uma impulsão” (Aluno 20)

No que se refere a indagação sobre como a velocidade pode ser medida, as respostas variaram entre a indicação de algum aparelho, explicitação de unidades, a fórmula $\Delta S/\Delta T$ e até mesmo a referência a aceleração. A diversidade de respostas mostra claramente que os estudantes, embora apresentem percepções significativas sobre velocidade, não compreendem o conceito tal como é hoje entendido pela Física.

A terceira questão perguntava se qualquer objeto podia ter velocidade e pedia que o aluno explica a resposta. Apenas três alunos responderam não, com explicações do tipo “não é tudo que se movimenta”; “nem todos tem a capacidade de se locomoverem” e “nem todos os objetos podem ser medidos” evidenciando que a ideia de velocidade esta intimamente relacionada a movimento. Aos que responderam sim, a explicação esta relacionada a ideia de movimento e/ou aplicação de uma força.

A quarta questão indagava sobre o que seria necessário para que um objeto adquira velocidade e a grande maioria relaciona com a ideia de força ou impulso, sendo que apenas um aluno cita a forma do objeto. A quinta questão perguntava se é possível afirmar que um corpo tem velocidade nula e quando isso ocorre, e a maioria respondeu que sim, associando prioritariamente a ideia de repouso e velocidade nula.

A sexta e ultima questão perguntava sobre o entendimento acerca da velocidade média e solicitava um exemplo. Entre as respostas, podemos destacar:

“É a velocidade mais constante de um objeto” (Aluno 1)

“Uma velocidade nem tão pequena e nem tão grande ...” (Aluno 2)

“É uma velocidade que pode estar mais ou menos certo” (Aluno 4)

“Velocidade média é você não andar devagar e nem rápido” (Aluno 7)

“É quando duas ou mais pessoas estão em velocidades iguais e você soma as velocidades, e divide pela quantidade de pessoas que estão em tal velocidade, para dá a velocidade média” (Aluno 8)

“Ela dá a média que você pode ou não ultrapassar” (Aluno 18)

O que se depreende dessas respostas é que a grande maioria dos alunos não compreende o conceito de velocidade média, apresentando um entendimento associado a experiência prática e ao senso comum.

Esses elementos captados por meio do pré-teste, vão servir de subsídios para o professor planejar as próximas etapas da sequência didática.

2º Momento (01/11/17) - Aula conceitual de velocidade média

O segundo momento consistiu numa aula expositiva sobre o conceito de velocidade média. Para tanto, foi retomado o trabalho realizado no encontro anterior, ilustrando com algumas afirmações feitas pelos próprios alunos como:

“Velocidade é qualquer objeto que se movimenta de um canto para outro” (Aluno 1)

“É quando eu olho o ponteiro do painel da moto” (Aluno 2)

“É andar rápido e chegar logo” (Aluno 3)

É perceptível, pelas respostas, a riqueza de conhecimentos prévios que os alunos possuem e que, bem explorados pelo docente, podem ajudar na introdução de novos conceitos, como defende Ausubel. Importante destacar também, que embora os alunos apresentem um vasto repertório de conhecimentos prévios sobre o assunto, ainda não possuem o entendimento do conceito científico, cabendo ao professor o desafio de introduzir o aluno nesse novo campo conceitual e na linguagem procedimental da área.

Uma atividade integradora foi desenvolvida no propósito de construir um mapa conceitual contendo as primeiras abordagens sobre velocidade, tendo como referência as respostas dos alunos.

Figura 12 – Aula sobre o conceito de velocidade



Fonte: Próprio autor

Na apresentação expositiva do professor, sobre corpos em movimento foi abordada duas condições: movimento e repouso, e para ilustrar utilizou-se a história da velocidade analisada por Galileu.

Figura 13 – Aula sobre a história da velocidade



Fonte: Próprio autor

Para continuar explorando o conceito de movimento, foi realizada uma dinâmica em que se formavam equipes de alunos, cada um com funções específicas, sendo que um dos membros realizava um movimento enquanto outros observavam e tiravam as suas conclusões. Os alunos foram orientados a formular suas próprias opiniões a partir de suas observações e depois expondo-as aos demais colegas.

Figura 14 – Equipe observando ação de um corpo em movimento



Fonte: Próprio autor

O objetivo das atividades realizadas era demonstrar que duas variáveis estavam presentes no estudo da velocidade: o espaço e o tempo. Assim, enquanto uns realizavam o movimento, outros ficavam encarregados de medir o tempo em que o corpo executava o movimento.

Figura 15 – Medição do tempo



Fonte: Próprio autor

3º Momento (10/11/17) - Conceito de velocidade média

Nesse terceiro momento foram explorados o conceito de velocidade média e os fatores que fazem parte da construção da velocidade média, o conceito de deslocamento e o tempo em que um determinado corpo percorre certa trajetória. Em um momento da aula, alguns alunos começaram a relacionar o que estava sendo apresentado com o que tinha sido realizado na aula anterior, expressos em comentários como: “ *Ahh!, quer dizer então que qualquer objeto ou corpo que faça um movimento de um certo ponto (espaço inicial) até outro (espaço final) dependendo do tempo que ele gaste, sempre vai se formar uma velocidade?*”(Áudio de um aluno).

Para fomentar o interesse, o professor colocou a relação matemática que expressa o conceito de velocidade média e sugeriu que os alunos consultassem o material didático que eles usam, tentando fazer uma comparação entre um e outro.

Todos os alunos afirmaram que quaisquer corpos, mesmo sendo diferentes, executam um movimento em um certo intervalo de tempo se deslocando de um ponto a outro. O momento seguinte será dedicado ao uso do kit de velocidade, numa demonstração planejada para o cálculo da velocidade média, como mostra a **figura 16**.

Figura 16 – Explicação sobre a relação entre espaço e tempo



Fonte: Próprio autor

4º Momento (16/11/17) - Aplicação do kit de velocidade

Para iniciar esse momento, foi apresentado o kit de velocidade e entregue as equipes formadas o modelo de relatório do experimento, seguido de explicações orais sobre o que deveria ser feito.

A calha foi dividida em 5 pontos com 20 cm de distância entre eles, totalizando 1 metro. A proposta era que os alunos soltassem o carro de cada um dos pontos da calha, cerca de 3 vezes e medir com o cronômetro, o tempo que o carro gastava para ir do ponto de partida até o ponto de chegada e estabelecer o tempo médio a partir das 3 medidas.

Figura 17 – Delimitação do espaço



Fonte: Próprio autor

Como o forro de PVC possui um trilho de forma retilínea, precisaria de um veículo que pudesse percorrer o trajeto de forma uniforme. Com um par de tampão de cano e um pedaço do mesmo de 17 cm de comprimento, foi possível a construção de um carrinho uniforme que executaria um movimento sem que houvesse alteração em sua trajetória. Um dos alunos fez uma pergunta sobre a questão do tempo: “Por que medir em cada espaço três vezes o tempo, professor?”

O professor aproveitou a oportunidade para explicar que o tempo de reação humana não é uniforme, daí a necessidade de realizara 3 medições do tempo e calcular a média, como uma forma de melhorar a precisão da informação. Numa tentativa de melhorar ainda mais os resultados, foi sugerido que dois alunos fizessem as medidas a partir de dois cronômetros distintos, o que permitiu que os alunos observassem diferenças de centésimos entre os cronômetros, fazendo-os perceber a importância do tempo de reação, suas características e a sua influência no resultado.

Figura 18 – Uso do cronômetro

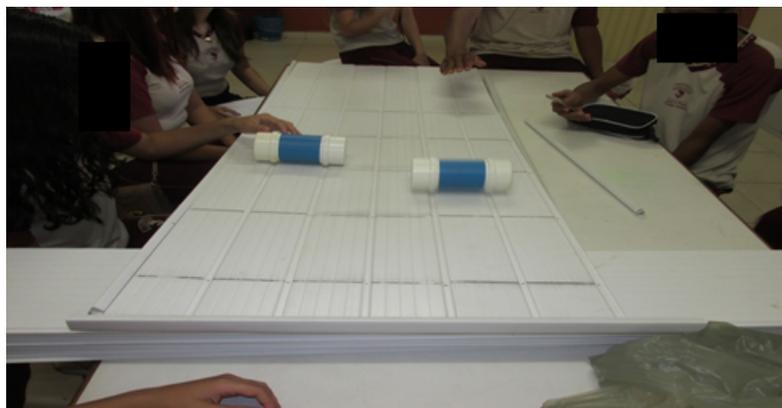


Fonte: Próprio autor

Os alunos foram orientados a colocar os resultados obtidos na folha do relatório, e como eram 4 equipes formadas por 5 alunos, o trabalho foi realizado em 2 aulas.

O material utilizado para a confecção do kit se mostrou vantajoso, especialmente graças a facilidade de encaixe do carro nos “trilhos”, permitindo uma maior precisão na execução e na observação dos movimentos.

Figura 19 – Precisão do kit em um dos dois trilhos



Fonte: Próprio autor

Com a plataforma sendo feita por três placas de encaixe, a equipe poderia escolher qualquer trilho para fazer a realização do experimento e até mesmo utilizar dois carrinhos simultaneamente de duas equipes distintas, fato que reduziria o tempo de realização do experimento e também a quantidade de aulas.

Figura 20 – Equipe finalizando experimento



Fonte: Próprio autor

As equipes tiveram uma preocupação com a escrita dos resultados, visto que esses resultados de forma quantitativa, seriam interpretados e transformados em um resumo literário. Todas as equipes voltaram para a sala de aula para começarem a discutir os resultados, analisando as condições em que os mesmos foram realizados e porque aqueles valores do tempo influenciavam na velocidade do objeto (carrinho).

5º Momento (23/11/17) - Seminário sobre os resultados

As equipes tiveram uma semana para a apresentação dos resultados obtidos no experimento em forma de relatório e foi concedido um tempo de 12 minutos para cada equipe expor seu resumo e fazer comentários sobre o assunto.

Figura 21 – Uma das equipes na apresentação do relatório do experimento do kit de velocidade



Fonte: Próprio autor

O que chamou mais atenção na apresentação foi a forma com que eles organizaram a parte de cada um. Como o relatório é composto de duas folhas, metade da equipe ficava responsável por uma parte (cálculos) e a outra metade finalizava, apresentando o conceito de velocidade tal como eles tinham entendido.

Figura 22 – Outra equipe apresentando o relatório



Fonte: Próprio autor

A produção do relatório representou momento importante, porque foi possível observar que os conhecimentos prévios dos alunos foram alterados de forma significativa, havendo um alargamento das percepções anteriormente manifestadas.

Para o professor a importância se manifesta na constatação de que a adoção de métodos de ensino, aliando atividades práticas com os conceitos teóricos que se pretende trabalhar, modifica a dinâmica da sala de aula, criando um ambiente mais interativo e estimulante para os alunos e contribui para a melhoria do processo ensino e aprendizagem.

6º Momento (30/11/17) - Feedback

Na segunda semana de novembro foi realizada a aplicação do pós-teste, com o objetivo e a perspectiva de que os alunos tivessem feito a transição do conhecimento prévio para o científico. Como o pré-teste foi igual ao pós-teste, a intenção era verificar se a utilização de um kit de velocidade média tinha contribuído de alguma forma para melhorar a aprendizagem dos alunos.

Na primeira questão, que faz a mesma referência ao que está no pré-teste, os alunos expressaram com suas palavras o conceito de velocidade.

“É o ramo da física que calcula em quanto tempo eu percorro uma certa distância” (Aluno 1)

“Uma aplicação de uma força em um determinado objeto que consequentemente faz ele se deslocar para outro local, de forma lenta ou rápida” (Aluno 4)

“Um objeto que pode se locomover a qualquer velocidade em certo tempo”(Aluno 2)

“Velocidade é o tempo usado para chegar a determinado local, quanto mais velocidade menos tempo” (Aluno 7)

“Tempo em que o corpo se desloca de um lugar para outro” (Aluno 17)

Comparando com os resultados do pré-teste, momento em que grande parte dos alunos associaram a velocidade com deslocamento, repouso, movimento ou força, mas nenhum deles relaciona a ideia de velocidade com o tempo, a mudança registrada diz respeito justamente a associação com o tempo, ou seja, parcela expressiva dos alunos conseguiu relacionar a ideia de velocidade a variável tempo.

No que diz respeito a indagação sobre como a velocidade pode ser medida, apenas dois alunos persistiram na referência a algum aparelho, sendo que a grande maioria indicou a fórmula $\frac{\Delta S}{\Delta T}$. O padrão de resposta revela que os estudantes incorporam a presença do tempo, como uma variável imprescindível para calcular a velocidade, mas também mostra que a matematização do conceito facilita o entendimento.

A terceira questão perguntava se qualquer objeto podia ter velocidade e pedia que o aluno explicasse a resposta. Apenas dois alunos responderam não, com explicações do tipo “não, nem todo objeto pode ter velocidade, depende da capacidade dele” e “nem todos tem a capacidade de se locomoverem”, evidenciando que a ideia de velocidade está intimamente relacionada a movimento. Aos que responderam sim, a explicação está relacionada a ideia de movimento e/ ou aplicação de uma força. As respostas a essa pergunta se mantêm praticamente no mesmo nível de entendimento do pré- teste, o que pode apontar para o fato do experimento não ter produzido alterações na compreensão sobre a relação entre os objetos e a velocidade.

A quarta questão indagava sobre o que seria necessário para que um objeto adquira velocidade e a grande maioria relaciona com a ideia de força ou impulso, confirmando o que ocorreu também no pré-teste. No entanto, sugeriram algumas explicações que associam a “um local de declínio” ao “espaço e tempo” e “que ele esteja em repouso, ou seja tenha aceleração”. Essas explicações apontam para novos elementos associativos a ideia de velocidade como declínio, tempo e repouso, evidenciando que o esquema explicativo que o aluno possuía foi abalado, mas não se formou um novo esquema que relacione essas variáveis da forma cientificamente correta.

A quinta questão perguntava se é possível afirmar que um corpo tem velocidade nula e quando isso ocorre, e a maioria respondeu que sim, associando prioritariamente a ideia de repouso e velocidade nula, como já tinha sido observado no pré-teste.

A sexta e última questão perguntava sobre o entendimento acerca da velocidade média e solicitava um exemplo. Entre as respostas sobre velocidade média, podemos destacar:

“É a velocidade constante de um objeto” (Aluno 1)

“É quando tem várias velocidades e você divide pela quantidade, que dá o valor mediano da velocidade.” (Aluno 3)

“É a velocidade aproximada, a probabilidade de um corpo para chegar a um local” (Aluno 7)

“Nem pouco e nem muito, intermediário” (Aluno 9)

O que se depreende dessas respostas é que a grande maioria dos alunos não desenvolveu uma compreensão completa do conceito de velocidade média. Em relação ao entendimento associado a experiência prática e ao senso comum diagnosticado no pré-teste, é incluído a ideia de tempo e de que é necessário estabelecer uma média entre os diversos espaços percorridos pelo objeto, no entanto, isso ainda não foi incorporado aos subsunçores existentes e não teve ancoragem suficiente para se tornar significativo.

As respostas dadas no pós-teste mostram que os alunos começam a apresentar desequilíbrios cognitivos em relação às concepções prévias que possuíam, no entanto, ainda não conseguem formalizar conceitos científicos. Percebe-se uma mudança na linguagem, o que mostra a importância do uso do produto educacional (kit de Velocidade) como fator motivador para a discussão dos conceitos, especialmente para evidenciar a relação espaço e tempo. De um modo geral, a opinião dos alunos começa a ter um direcionamento mais amplo, de modo a continuarem seus estudos de física no ensino médio, ou seja, o primeiro passo para a nova concepção do ensino de física no ensino médio está dado, agora, cabe ao professor dar continuidade a essa jornada no ensino da física.

4 Considerações finais

Todo professor busca de certa forma uma melhoria em sua aula, não só levando apenas a leitura, mas em certo momento da aula, buscar novas condições para que seus alunos possam ter entendido o assunto em questão, atividades que envolvem uma dinâmica para aumentar a eficiência na aprendizagem do aluno. O experimento, além de ser de baixo custo, tornou-se um grande aliado no processo de ensino sobre velocidade média, visto que em muitas das situações aplicadas nas aulas com o kit, algumas dúvidas podiam ser retiradas refazendo novamente alguns passos.

A partir desses conceitos, fica claro que o ensino de física começando a partir do ensino fundamental, mais precisamente no 9º ano, traz um conjunto de conhecimentos que colaboram para a compreensão do mundo e suas transformações que ocorrem nele. A importância do ensino de física notoriamente traz um vínculo de apropriação de conhecimentos que contribuem para novos questionamentos a partir de conceitos e procedimentos explicados por fenômenos que nascem no cotidiano das pessoas e a partir dessas observações, compreender e utilizar os recursos necessários para uma otimização benéfica sobre o seu uso.

Para uma compreensão de recursos, é preciso também estar atento a que equipamentos serem utilizados para fazer as medições necessárias para uma obtenção de resultados significativos. A reflexão desses resultados torna-se um fator chave na elaboração literária de questionamentos a serem discutidos com outros indivíduos e de uma forma mais branda, a um resultado comum na sua aplicação.

Um motivo para o Ensino de Física no Fundamental está relacionado as diversas modificações que a própria ciência tem colocado à disposição e ter, de uma condição de competitividade, buscar profundas mudanças tanto no processo de ensino, quanto na aprendizagem, fazendo uma fusão de conhecimento e qualidade de ensino através de recursos disponíveis ao seu redor.

Na sociedade em que vivemos, ler, escrever e fazer cálculos, tornaram-se habilidades necessárias as pessoas, de modo que o completo domínio dessas habilidades veio a ser uma condição mais favorável de conhecimento científico, sendo um mínimo para a realização de tarefas compreensíveis ao seu alcance. Buscou-se com essa intervenção, que os alunos pudessem utilizar a expressão literária, como forma de condição científica de conhecimento melhorado. Com isso, os conhecimentos disponibilizados pela a escola tem papel bem definido, a fim de que:

Entendemos relevância, então, como o potencial que o currículo possui de tornar as pessoas capazes de compreender o papel que devem ter

na mudança de seus contextos mais imediatos e da sociedade em geral, bem como de ajudá-las a adquirir os conhecimentos e as habilidades necessárias para que isso aconteça. Relevância sugere, conhecimentos e experiências que contribuam para formar sujeitos autônomos, críticos e criativos, que analisem como as coisas passaram a ser o que são e como fazer para que elas sejam diferentes do que hoje são. (MOREIRA e CANDAU, 2008, p. 21).

A educação, a escola, a família e a própria sociedade, devem manter um interacionamento mútuo na transmissão de valores, saberes e projetar uma perspectiva tanto individual quanto coletiva na formação do aluno.

O conhecimento científico gera poder, de manipulação e/ou transformação da natureza e das estruturas sociais. Assim, a ciência está necessariamente ligada aos interesses humanos, às intencionalidades, às finalidades humanas. Então, a distribuição social do conhecimento científico é parte fundamental da socialização dos bens socialmente produzidos ao longo da história cultural do homem, e representa uma parcela importante do poder socialmente produzido ao longo da história da humanidade (GERALDO, 2009, p. 58).

Espera-se que com esse material, possa melhorar as condições de trabalho para um professor de ciências e que ele possa abranger o conhecimento de ensino de física no ensino fundamental, mais precisamente sobre o conceito de velocidade média que em muitos casos chega a ser esquecido por conta de que os próprios livros adotados pelas escolas trazem o referido conteúdo nas últimas páginas o que fica em algumas situações, uma ciência em hibernação que será despertada no ensino médio.

Referências Bibliográficas

- [1] AUSBEL, D.; NOVAK, J. E HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.
- [2] AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- [3] AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. 19-33, p.
- [4] CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **O ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo:Pioneira Thomson Learning, 2004.
- [5] CARVALHO, A. M. P. de et. al. **Ensino de física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- [6] DEWEY, J. **Experiência e educação**. Tradução de Renata Gaspar.(Coleção de Textos Fundantes de Educação). Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2010.
- [7] FREDERICK J. Keller, W. Edward Gettys e Malcolm J. Skove. **Física**. Tradução de Alfredo Alves de Farias. São Paulo: Editora Makron Books, 1997. 1 v.
- [8] GERALDO, Antonio C. Hidalgo. **Didática de ciências naturais na perspectiva histórico-crítica**. (Coleção formação de professores). Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2009.
- [9] MOREIRA, A. F.; CANDAU, V. M. **Currículo, conhecimento e cultura**. In: BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. **Indagações sobre currículo**. Brasília: Ministério da Educação, 2008.
- [10] RESNICK, Robert; DAVID, Halliday; KRANE, Kenneth S. **Física 1**.Tradução de Pedro M. C. L. Pacheco, Marcelo A. Savi, Leydervan S. Xavier, Fernando R. Silva. . 5.ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.
- [11] REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA. Madrid: 2015. Semestral. ISSN: 0326 7091
- [12] SARAIVA, J. A. F. **Piaget e o ensino de ciências: elementos para uma pedagogia construtivista**. 321 p. Dissertação (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

APÊNDICE A – Manual para confecção do kit

UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI-URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLOGIA-CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA MESTRADO
NACIONAL PROFFSSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
Pólo - 31

KIT DE VELOCIDADE MEDIA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Jeovane Leite de Souza
Prof. Dra. Eloisa Maia Vidal

Juazeiro do Norte - CE
Maio, 2018

Introdução

Caro professor, que tem o desafio de motivar nos alunos o interesse pelo conhecimento científico e guia-los sobre a Física, no intuito de enriquecer o leque de ferramentas didáticas disponíveis, desenvolvemos esse material guia que apresenta um kit de velocidade média para a complementação do assunto no 9º ano no ensino de Ciências como recurso didático que facilitará o processo de avaliação.

O Kit é o produto educacional de conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física-MNPEF, e foi desenvolvido a partir de reflexões sobre a nossa própria prática pedagógica, embasado na teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel e seus aspectos sequenciais.

No texto, será discutido sobre a teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, para desvendar sobre os caminhos que serão conduzidos ao discente a aprender significativamente um conteúdo e o que expressa tal aprendizagem para seus alunos.

1 Aprendizagem significativa

Desenvolvida por David Ausubel tem como missão a ideia de que se aprende a partir do que já se sabe, ou seja, para uma nova informação devemos adicioná-la ao conhecimento prévio, apenas complementando ou atualizando tal informação ao que já possui. Nesse processo o conhecimento que o aluno construiu através de vivência é reorganizado e torna-se alterado transformando-se em um saber científico e com início de linguagem científica.

A apropriação do novo conhecimento na estrutura cognitiva do aluno, deve existir a partir da relação cognitiva com os conhecimentos prévios. Define-se estrutura cognitiva como o conjunto de ações conceituais desenvolvidas pelo educando a partir de seus processos empíricos e o seu relacionamento com o mundo. Essa estrutura, denomina *Subsunção* por Ausubel corresponde ao conhecimento prévio dos alunos.

Sendo assim, encontrar formas de identificar os subsunções dos alunos é essencial para o sucesso da aprendizagem, de modo que a partir deles as informações podem ser interativas e envolvidas com novos significados proporcionando novos conceitos. Fica a cargo do professor a utilização de estratégias que sejam convenientes para identificar esses conhecimentos prévios e ampliá-los nos dias em que ocorrerão a aula.

2 A confecção do kit

Feito em material de PVC, o KIT possui os seguintes elementos:

- Quatro Placas de Forro de PVC (para o trilho)

- 10 Subplacas de PVC (para a plataforma de elevação)
- 50cm de cano Pvc de 40 mm (para a confecção do carro)
- 4 tampões de PVC de 40 mm (rodas do carro)
- Uma régua de 30 cm
- Cronômetro (aplicativo de celular)
- Pincel para Quadro Branco (Azul ou Preto)

2.1 Modo de instalação

Faça a conexão das placas para a obtenção do trilho, local onde o carro vai executar o movimento de deslocamento. As 10 subplacas servirão de plataformas, onde os alunos utilização de forma organizada (sequencial) para a obtenção dos resultados sobre velocidade.

Com a régua, será delimitado posições de 20 cm em 20 cm, proporcionando o conceito de espaços inicial e final.

Figura 23 – Delimitação do espaço com um pincel para quadro branco



Fonte: Próprio autor

2.2 Fabricação do carrinho

Feito em cano PVC e com a conexão em tampão, o carro fará seus deslocamentos pelo o trilho do forro, e com o uso de uma régua (delimitação dos espaços) e um cronômetro (aplicativo de celular) será obtido a relação espaço/tempo. O cano deve ser cortado com um tamanho exato de 17 cm para uma acomodação perfeita no trilho.

Figura 24 – Fabricação do carro



Fonte: Próprio autor

2.3 O uso das plataformas

Cada plataforma delimitará uma altura h , proporcionando ao veículo uma alteração na velocidade, o professor pedirá aos alunos a alteração dos números de plataformas, obtendo resultados diferentes de velocidade.

Figura 25 – Uso de plataformas



Fonte: Próprio autor

Relatório do Experimento



Universidade Regional
do Cariri - URCA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Escola:

Série: 9º Ano Turma: (A) (B)

Equipe:

I. Calculando a Velocidade Média

Preencha os dados da tabela abaixo, e depois, determine o valor da velocidade média:

| Nº Plataforma | Espaço | Tempo | $V_m = \Delta s / \Delta t$ | Resultado: cm/s |
|---------------|-----------|-------|-----------------------------|--------------------|
| I | 0 – 25cm | | | |
| | 0 – 50cm | | | |
| | 0 – 75cm | | | |
| | 0 – 100cm | | | |
| II | 0 – 25cm | | | |
| | 0 – 50cm | | | |
| | 0 – 75cm | | | |
| | 0 – 100cm | | | |
| III | 0 – 25cm | | | |
| | 0 – 50cm | | | |
| | 0 – 75cm | | | |
| | 0 – 100cm | | | |
| IV | 0 – 25cm | | | |
| | 0 – 50cm | | | |
| | 0 – 75cm | | | |
| | 0 – 100cm | | | |
| V | 0 – 25cm | | | |
| | 0 – 50cm | | | |
| | 0 – 75cm | | | |
| | 0 – 100cm | | | |

PRÉ - TESTE

IDENTIFICAÇÃO:

Nome: _____

Sexo: () Masculino () Feminino

Idade: _____

1. Para você, o que é velocidade?

2. Como a velocidade pode ser medida ou calculada?

3. Qualquer objeto pode ter velocidade? Explique sua resposta.

4. O que é necessário para que um objeto adquira velocidade?

5. É possível afirmar que um corpo tem velocidade nula? Quando isso acontece?

6. O que você entende por velocidade média? Dê um exemplo

3 Sequência didática de aplicação do kit

1. Planejamento (Fora de sala)

O professor utilizará o conteúdo a ser ensinado, fazendo a identificação dos conceitos sobre velocidade

2. Aplicação de um questionário

A aula será iniciada com a apresentação da proposta de utilização de um kit de velocidade média como estimulador de aprendizagem do conteúdo de mecânica e como ferramenta de avaliação. Na sequência, os alunos serão convidados a responder um questionário inicial, composto de perguntas objetivas e discursivas, com o propósito de analisar o conhecimento prévio e captar informações sobre o contato e /ou experiências vividas em sala de aula com o conceito de velocidade. A apresentação da proposta e a aplicação do questionário deverão acontecer em uma hora-aula de 50 min. Fora de sala, o docente analisará as respostas presentes no questionário juntamente com as concepções expostas durante a aula e utilizará tais informações para orientar a sua explanação do conteúdo durante as aulas seguintes.

3. Montagem do kit feito pelo professor

Essa etapa começará com a retomada de conceitos discutidos anteriormente, com a abertura de espaço para a participação dos alunos e para a retirada de possíveis dúvidas. A socialização das respostas para a turma deverá ocorrer mediante a condução do docente com a finalidade de se chegar à formulação mais aceita e permitir a exposição de diferentes formas de compreensão para a situação-problema.

4. Os alunos vão usar o kit para a delimitação do elemento espaço

Começar com a revisão dos tópicos abordados em momentos anteriores. Após o diálogo será apresentado aos alunos o conceito de Deslocamento entre dois espaços que determinarão a Variação ΔS .

5. Posicionar o carrinho na posição estabelecida

Vale lembrar que diante do kit de velocidade, estabelecer a posição correta do carrinho será o momento inicial para o estudo da velocidade e conseqüentemente responder a todas as dúvidas que podem surgir no decorrer do processo experimental.

6. Observar o movimento e o tempo de execução feito pelo carrinho e fazer as anotações que estão no relatório

Com o uso de um cronometro (aplicativo de celular) um dos alunos da equipe faz as anotações referentes ao que se pede no relatório, nesse caso a equipe formada por 5 alunos com as respectivas funções (1º - posiciona o carrinho; 2º - realiza as medições

estabelecidas; 3º - Utilização de um celular para a cronometragem do tempo; 4º - Anotações no relatório; 5º - Verificação das tarefas e passos a serem concluídos).

7. Agrupamento e análise dos alunos sobre o conhecimento prévio e as novas observações do kit

Através da realização do experimento por equipes, receber os resultados dos relatórios e fazer uma verificação da produção textual de autoria das equipes a fim de confrontar os resultados dos conhecimentos prévios no início dessa sequência para uma abordagem mais significativa e concreta direcionada para o conhecimento científico.

8. Feedback: questionário posterior para avaliação qualitativa dos alunos

Encerrado este momento o professor deverá dar um feedback aos alunos com relação aos relatórios. Utilizando a maior produção textual da equipe em destaque, ou seja, a que apresentar os conceitos e aplicações de forma mais significativa, abrangente, objetiva e motivadora; para fazer um balanço geral do conteúdo partindo de aspectos gerais até os conclusivos, dos conceitos mais simples para os mais complexos, buscando retomar a questionamentos iniciais prévio convertendo-os em conhecimento científico sobre velocidade média.