



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

ALEXANDRE BARATTA SANTANA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA: USO DE MAPAS MENTAIS E MAPAS CONCEITUAIS NO
AUXÍLIO À APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE VELOCIDADE
MÉDIA, COM FOCO NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

**FORTALEZA
2019**

ALEXANDRE BARATTA SANTANA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA: USO DE MAPAS MENTAIS E MAPAS CONCEITUAIS NO
AUXÍLIO À APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE VELOCIDADE
MÉDIA, COM FOCO NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará 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.

Orientador: Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho

**FORTALEZA
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

S223s Santana, Alexandre Baratta.
SEQUÊNCIA DIDÁTICA: USO DE MAPAS MENTAIS E MAPAS CONCEITUAIS NO
AUXÍLIO À APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE VELOCIDADE MÉDIA,
COM FOCO NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA / Alexandre Baratta Santana. – 2019.
82 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2019. Orientação:
Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho .

1. Ensino de Física. 2. Aprendizagem Significativa. 3. Alfabetização Científica. I. Título.

CDD 530.07

ALEXANDRE BARATTA SANTANA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA: USO DE MAPAS MENTAIS E MAPAS CONCEITUAIS NO
AUXÍLIO À APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE VELOCIDADE
MÉDIA, COM FOCO NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará 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 em ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freire
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dra. Cinthia Marques Magalhães Paschoal
Universidade da integração internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Dedico este trabalho aos meus pais
Francisco Assis Santana e Enilsa Barata
Santana.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) (Código de Financiamento 001), pelo apoio.

Aos professores do MNPEF – Polo UFC, pelo empenho e por compartilhar conosco um pouco do que sabem. Foi um privilégio.

Ao Prof. Dr Afrânio de Araújo Coelho, pela valorosa orientação.

À minha esposa Mayanne, pela paciência.

Aos meus alunos da Escola de Ensino Médio Presidente José Sarney, que contribuíram para a realização do trabalho.

Aos colegas da turma de 2017 do MNPEF – Polo UFC, por todos os momentos alegres que passei com vocês.

“(...) o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; determine isso e ensine-o de acordo” (David Ausubel).

RESUMO

O ensino de física tradicional, em que o professor é o protagonista do processo de ensino-aprendizagem, e os alunos são seres passivos e meros receptores de informações já se encontra datado e é notoriamente ineficiente. Nesse contexto, este trabalho foi elaborado com o intuito de contribuir para a discussão sobre o que podemos fazer para motivar nossos alunos a tomarem parte do processo de ensino-aprendizagem, mirando em seu protagonismo. O presente trabalho foi inspirado na Aprendizagem Significativa de David Ausubel, utiliza como ferramentas didáticas os Mapas Mentais e Mapas Conceituais, e busca contribuir para uma discussão sobre a Alfabetização Científica em sala de aula. Para isso, trabalhamos em sala de aula meios de fazer com que os temas estudados fossem significativos para os alunos, levando em consideração as vivências, sua forma particular de explicar os fenômenos que observam, sua forma de perceber e interagir com o mundo, que são fortemente influenciadas pelo senso comum. Durante a elaboração deste trabalho, os temas de física, em especial Velocidade Média, foram abordados em sala de aula de modo a suscitar reflexões acerca do uso dos avanços tecnológicos em nosso cotidiano, fomentando discussões sobre como o desenvolvimento da ciência influencia nossas vidas. Procuramos deixar claro para os alunos que o que eles têm a aprender nas aulas de física tem conexão direta com sua vida diária. Buscamos provocar a percepção de que os alunos já sabem física, mas do jeito deles. As aulas se tornaram um ambiente em que o dia-a-dia e a Ciência formal, com seu método e sua linguagem, puderam se encontrar de modo a tornar o aprendizado prazeroso, permitindo um mundo de descobertas. Buscamos despertar o interesse pelo aprendizado de ciências, trabalhando em sala de aula em momentos distintos, em que discutíamos os benefícios e os riscos trazidos pelo desenvolvimento científico para nossas vidas, e que as tecnologias que tornam nossas vidas confortáveis são resultado de um processo longo e árduo de desenvolvimento. Conseguimos perceber que explorar o que os alunos já sabem sobre um determinado tema contribui fortemente para que ele possa aprofundar seus conhecimentos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Aprendizagem Significativa, Alfabetização Científica.

ABSTRACT

The teaching of traditional physics, in which the teacher is the protagonist of the teaching-learning process, and the students are passive beings and mere recipients of information is already dated and notoriously inefficient. In this context, this work was designed to contribute to the discussion of what we can do to motivate our students to take part in the teaching-learning process, aiming at its protagonism. This work was inspired by David Ausubel's Meaningful Learning, uses as teaching tools the Mind Mapping and Concept Maps, and seeks to contribute to a discussion about Scientific Literacy in the classroom. For this, we work in the classroom ways to make the studied subjects meaningful to the students, taking into consideration their experiences, their particular way of explaining the phenomena they observe, their way of perceiving and interacting with the world, which are strongly influenced by common sense. During the elaboration of this work, the subjects of physics, especially Average Speed, were approached in the classroom in order to raise reflections about the use of technological advances in our daily lives, fostering discussions about how the development of science influences our lives. We seek to make it clear to students that what they have to learn in physics classes has a direct connection to their daily life. We seek to provoke the perception that students already know physics, but in their own way. Classes have become an environment in which everyday life and formal science, with their method and language, can meet in a way that makes learning enjoyable, allowing for a world of discovery. We sought to spark interest in science learning by working in the classroom at different times when we discussed the benefits and risks brought by scientific development to our lives, and that the technologies that make our lives comfortable are the result of a long and long process. hard development. We realized that exploring what students already know about a particular theme contributes strongly to deepen their knowledge.

Keywords: Physics Teaching, Meaningful Learning, Scientific Literacy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática de um Mapa Mental	38
Figura 2. Representação esquemática de um Mapa Conceitual	40
Figura 3. Gráfico da posição em função do tempo de um móvel, que realiza um movimento progressivo	44
Figura 4. Gráfico da posição em função do tempo de um móvel, que realiza um movimento retrógrado	45
Figura 5. Gráfico da posição em função do tempo de um móvel, quando fazemos o intervalo de tempo Δt tender a zero	45
Figura 6. Mapa Mental 1	51
Figura 7. Mapa Mental 2	52
Figura 8. Mapa Mental 3	53
Figura 9. Mapa Conceitual 1	54
Figura 10. Mapa Conceitual 2	55
Figura 11. Comparação: Mapa Mental x Mapa Conceitual	56

ABREVIATURAS E SIGLAS

PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
CE	Ceará
EJA	Educação de Jovens e Adultos
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
1 MOTIVAÇÕES E DESAFIOS	18
1.1 Os problemas enfrentados e as motivações para o trabalho	18
1.2 Objetivos e estratégias	23
1.2.1 Objetivos	23
1.2.2 Estratégias	23
2 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA.....	24
2.1 Momentos da aula	25
2.1.1 Contextualização	25
2.2.2 Interpretação	27
2.2.3 Formalização	29
2.2.4 Comparação	30
2.2.5 Transferência	31
2.2.6 Verificação	32
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	33
3.1 Aprendizagem Significativa	33
3.2 Mapas Mentais	36
3.3 Mapas Conceituais	38
3.4 Alfabetização Científica	41
3.5 Cinemática	43
3.5.1 Velocidade Média	44
3.5.2 Função Horária	46
4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS	61
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	63

APÊNDICE B – PLANO DE AULA.....	74
APÊNDICE C – SUGESTÃO DE LEITURA.....	81

INTRODUÇÃO

O ensino de ciências, práticas dedicadas ao processo de ensino-aprendizagem de conhecimentos científicos produzidos no campo das Ciências Naturais, proporciona aos alunos o desenvolvimento do raciocínio lógico, estimulando sua curiosidade, e os permite observar aspectos de suas vidas de diferentes perspectivas, contribuindo para a formação de cidadãos mais preparados para enfrentar os desafios da sociedade contemporânea. A própria Lei 9.394/1996, de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, traz em seu artigo 2º a importância da educação para a construção da cidadania:

A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. (BRASIL, 1996, p. 1)

Traz ainda dentre as disposições gerais para a educação básica, no art. 22 da referida lei:

A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores. (BRASIL, 1996, p. 7)

Recorrendo aos Parâmetros Curriculares Nacionais, com atenção aos volumes dirigidos ao Ensino Fundamental e Médio, no tocante ao ensino de Ciências Naturais, objetiva-se “que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica” (BRASIL, 1998).

Cidadania, para os PCN é entendida como:

[...] participação social e política, assim como exercício de direitos e deveres políticos, civis e sociais, adotando, no dia-a-dia, atitudes de solidariedade, cooperação e repúdio às injustiças, respeitando o outro e exigindo para si o mesmo respeito. (BRASIL, 1998, p. 7)

Ao permitir aos sujeitos melhores condições na participação dos debates que se apresentam em nossa sociedade sobre temas que gravitem em torno dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos, incluindo seus impactos socioeconômicos e ambientais, o ensino de ciências contribui para dar firmeza à nossa democracia.

O mundo científico e tecnológico em que vivemos exige cidadãos que possuam conhecimentos cada vez mais variados e abrangentes, contemplando diferentes áreas do conhecimento. O aprendizado de ciências, portanto, permite uma melhor adequação a essa exigência, sendo imperativo estimular os alunos a se aventurarem na investigação científica, familiarizando-se com sua linguagem, seu método, suas influências sociais, econômicas e ambientais. O desenvolvimento científico é primordial para o desenvolvimento de um país e de sua sociedade, possibilitando uma interação mais harmônica entre os indivíduos e o mundo que nos cerca.

Sobre a importância do aprendizado de ciências e sua influência no desenvolvimento científico, podemos afirmar que:

“Para atingir o nível de desenvolvimento das grandes potências ocidentais, a educação foi considerada como alavanca do progresso. Não bastava olhar a educação como um todo, era preciso dar especial atenção ao aprendizado de Ciências. O conhecimento científico do mundo ocidental foi colocado em xeque e ao mesmo tempo, foi tido como mola mestra do desenvolvimento, pois era capaz de achar os caminhos corretos para lá chegar e também se sanar os possíveis enganos cometidos (GOUVEIA, 1992, p. 72).”

É papel do professor de ciências, portanto, oportunizar aos alunos um contato com formas de pensar seu mundo diferentes das predominantes no senso comum, incentivando sua curiosidade sobre temas relacionados à Ciência, estimulando-os a

fazer uso cotidiano da linguagem científica, de forma a promover uma nova visão acerca dos fenômenos naturais que testemunha diariamente e com plenas capacidades de transformação de suas práticas sociais. Ao buscar soluções mais eficientes para os problemas que vierem a enfrentar, espera-se que os alunos se vejam melhor preparados para tomar decisões em diversas frentes, sejam no campo profissional, nas relações de consumo, comerciais etc.

Enfrenta-se muita dificuldade em promover nos alunos essa mudança de postura por conta do método de ensino tradicional, no qual os alunos são meros receptores de conhecimento, e o professor é tido como o detentor do conhecimento. Há uma relação de hierarquia que é muito difícil de ser desafiada. Nessa perspectiva, o aluno se sente acanhado em questionar o que o professor está dizendo e o professor tende a ter sua palavra como lei. O ideal seria o professor ouvir mais os alunos, buscando trazê-los para o processo dentro do processo de ensino-aprendizagem, quebrando essa cadeia hierárquica e mostrando aos alunos que eles também têm a ensinar, inclusive para eles mesmos. O aluno sabe sobre o mundo com base na sua vivência. O professor deve aproximar a vivência do aluno do método científico.

A metodologia apresentada neste trabalho tem como objetivo geral explorar maneiras de despertar o interesse dos alunos pelo conhecimento científico, aproximando suas vivências derivadas de tarefas cotidianas das práticas da sala de aula. Buscaremos exemplificar suas aplicações práticas no dia a dia, tornando a abordagem dos temas em sala de aula mais significativa. Detalharemos os objetivos específicos do trabalho no Capítulo dois. Dentre eles, figuram, por exemplo, um esforço para despertar nos alunos o interesse pelo aprendizado de física, e uma tentativa de aproximar a linguagem científica da linguagem cotidiana dos alunos.

Este trabalho busca contribuir para que, ao longo do tempo, os conhecimentos adquiridos permitam aos alunos uma interação mais ativa e crítica com as ciências e as tecnologias, levando-os a pensar seu papel na construção de um mundo melhor.

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos, sendo esta sua introdução, que será seguido do capítulo um, onde abordaremos os desafios e motivações para esta dissertação, detalhando os problemas enfrentados em sala de aula na Escola de Ensino Médio Presidente José Sarney, que motivam uma busca por estratégias que nos levem a possíveis soluções.

No capítulo dois apresentaremos uma sequência didática, discutindo e detalhando a metodologia aplicada no projeto, onde especificamos os momentos de uma aula significativa com foco na alfabetização científica.

No capítulo três trataremos a fundamentação teórica utilizada no trabalho, que abordará como temas: aprendizagem significativa, como estratégia de motivação dos alunos, buscando trabalhar sobre seus saberes prévios, sobretudo sobre sua linguagem própria; uso de mapas mentais, como ferramenta para incentivar a participação dos alunos e na identificação de seus saberes prévios sobre os temas abordados; uso de mapas conceituais, como ferramenta para a formalização dos conceitos a serem apreendidos, valendo-se da reorganização dos saberes prévios dos alunos; alfabetização científica, onde se busca dar ao conhecimento adquirido um caráter transformador da realidade, influenciando a forma como o indivíduo interage com o mundo.

No capítulo quatro faremos a discussão dos resultados obtidos na aplicação do Produto Educacional em sala de aula, relatando as impressões trazidas pela experiência e no capítulo cinco trataremos das considerações finais do trabalho.

1 MOTIVAÇÕES E DESAFIOS

O presente trabalho foi motivado e desenvolvido a partir das experiências vividas ao longo de mais de dez anos lecionando física para turmas do Ensino Médio regular na Escola de Ensino Médio Presidente José Sarney, situada no bairro Araturi, na cidade de Caucaia, região metropolitana de Fortaleza/CE. A escola atende a cerca de 1.200 alunos dos bairros que compõe a Grande Jurema, divididos entre turmas de Ensino Médio regular (1º, 2º e 3º Anos) e turmas da modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA). A escola possui estrutura física razoável, dadas as dificuldades orçamentárias esperadas para uma escola pública de ensino regular, com doze salas de aula, um centro de multimeios, um laboratório educacional de ciências, um laboratório educacional de informática, rádio escolar, quadra poliesportiva coberta, entre outros ambientes educacionais.

1.1 Os problemas enfrentados e as motivações para o trabalho

O ensino de ciências se dá com maior eficiência quando trabalhamos com alunos motivados a explorar sua curiosidade natural, motivados a aprender, viver experiências novas e cientes da importância do conhecimento para seu desenvolvimento pessoal. Agrega-se a isso um ambiente que favoreça a investigação e a exploração do mundo, e que dê vazão às potencialidades dos alunos. Além disso, precisamos de professores preparados para auxiliar os alunos nessa busca pelo conhecimento, motivados a contribuir com o processo de ensino-aprendizagem de modo que ele atinja seu fim, que é a aprendizagem.

No entanto, o dia-a-dia em sala de aula leva os professores das disciplinas de ciências a enfrentar diversos desafios que tornam sua tarefa cada vez mais distante do ideal. O desinteresse pelo aprendizado de física apresentado pelos alunos, que parecem considerar o currículo atual distante de seus interesses, sem utilidade prática e desmotivante, provavelmente contribui para o insucesso desta tarefa. Os alunos parecem não perceber que o aprendizado de ciências pode influenciar positivamente tanto seu presente quanto seu futuro.

Situações cotidianas que podem ser tão corriqueiras como ir à padaria comprar pão, fazer uma chamada telefônica em um *smartphone* ou administrar um antitérmico para controlar a febre de uma criança, são possíveis graças ao desenvolvimento da ciência, cumulativo ao longo de séculos, que causa impactos em nossas vidas. Impactos estes que podem ser positivos, como por exemplo os supracitados, mas também podem ser negativos, como o desenvolvimento de tecnologia bélica capaz de causar destruição em massa, desenvolvimento de defensivos agrícolas capazes de levar a riscos de doenças graves etc. De qualquer forma, o desenvolvimento científico impacta nossas vidas diariamente e não é interessante que sejamos alheios a ele.

O ambiente escolar destina-se não somente à aprendizagem, mas também à socialização dos indivíduos, e possui um potencial transformador virtualmente infinito para a realidade dos alunos. No entanto, não é incomum observar que os alunos veem a escola como um ambiente que os constrange, aprisiona e o Ensino Médio é visto como um mero rito de passagem para a vida adulta. Da experiência no ambiente escolar não conseguem extrair nenhum prazer, seja na oportunidade de conviver com a diversidade, seja na oportunidade de agregar a seus repertórios conhecimentos que serão determinantes para a definição dos rumos de suas vidas. As atividades curriculares são tomadas como meras obrigações que, se cumpridas, permitirão ao aluno sair da escola e, aparentemente, é tudo o que ele quer! Um dos maiores desafios que um professor pode enfrentar reside no desenvolvimento de estratégias que contribuam para que essa percepção mude, e que a escola possa ser vista como um ambiente de descoberta e aprendizagem.

Uma das dificuldades que o professor enfrenta é o desconhecimento das diversas realidades com as quais ele precisa conviver. O relacionamento com os alunos é delicado, pois não há como o profissional conhecer as particularidades da vida de cada aluno. Cada indivíduo traz para o ambiente escolar suas próprias experiências, seus anseios e suas angústias. Muitos marcados por casos de violência doméstica, problemas de relacionamento familiar e carências das mais diversas. Os alunos costumam ver a figura do professor como só mais um adulto autoritário que está ali para obrigá-los a fazer o que eles não querem. Diante dessa realidade, o professor se vê desafiado a transpor essa barreira e ganhar a confiança dos alunos. Mas a pergunta que o profissional com frequência se faz é: Como?

A indisciplina, a apatia e a falta de concentração dos alunos dificultam o desenvolvimento de uma relação aluno-professor que apresente o professor como uma ferramenta capaz de conduzir os alunos a diferentes interpretações de suas próprias realidades, contribuindo para um maior desenvolvimento de suas potencialidades. A baixa autoestima dos alunos parece influenciar fortemente sua postura em sala de aula, uma vez que parecem convencidos de que não são capazes de aprender, dizem que física é uma disciplina muito difícil e que aquilo que o professor tenta ensiná-los não está a seu alcance. Isto parece se dever, em parte, à frágil base matemática que os alunos trazem do Ensino Fundamental e da ênfase que é dada às questões quantitativas nas aulas de física, cheias de cálculos. O aluno não consegue acompanhar os exemplos mais simples e não se vê com capacidade de resolver as questões introdutórias da unidade estudada, tidas como mais elementares.

Percebe-se uma resistência dos alunos em prestar atenção ao que o professor explica quando ele não percebe uma conexão direta entre aquele conhecimento e seu cotidiano. O livro-texto busca fazer uma contextualização genérica dos temas abordados de modo a tornar aquele conhecimento familiar. Porém, a prática tem demonstrado que o aluno será mais facilmente tocado por descrições de situações que o envolvam diretamente, e que façam realmente parte de seu cotidiano. Se o professor se limitar ao livro-texto, há uma tendência de o aluno se dispersar e não prestar atenção ao que está sendo proposto. As questões propostas pelo livro são “tradicionais” e genéricas, não fazendo essa ligação com as vivências do aluno. Os alunos mostram-se condicionados a ouvirem a exposição do professor para em seguida realizar as tarefas propostas pelo livro. Sem criticidade, o aluno busca replicar aquilo que viu o professor fazer no quadro, quase como um “jogo da memória”. Tanto aluno quanto professor atribuem o bom resultado à realização ou não de uma determinada tarefa. Se o aluno não tiver compreendido aquilo que fez, parece não haver problema. Ele fez sua parte e ganhará sua nota.

Os alunos costumam ficar dispersos durante as aulas, ocupando-se em conversas paralelas, que contribuem para um ambiente ruidoso, e fazendo uso intensivo de seus *smartphones*, que parecem ser tidos como uma extensão de seus corpos e sentidos. O uso dos *smartphones* como ferramenta na aula costuma ser tentado, mas costumeiramente se mostra pouco frutífero, pois nem todos os alunos dispõem do equipamento e nem todos dos que possuem *smartphone* tem acesso à

conexão de internet própria. Uma vez que a escola não fornece uma conexão de internet que possa ser utilizada como ferramenta didática em sala de aula, o uso do *smartphone* durante as aulas fica limitado.

Ao repreender tais comportamentos, o professor se depara com reações das mais diversas. Por vezes, os alunos interrompem momentaneamente a conduta que lhes rendeu a reprimenda, retomando-a logo em seguida. Por vezes, geram-se reações violentas e desproporcionais por parte dos alunos, gerando muita tensão em sala de aula. Tais reações parecem ser reflexo de suas experiências de vida. Surge a impressão de que aquela é a única forma que eles conhecem para lidar com os conflitos. Então, perde-se muito tempo de aula para contornar problemas de indisciplina, gerando muita tensão na turma, quebrando a linha de raciocínio que vinha sendo desenvolvido e contribuindo para aumentar sua dispersão. O comportamento autoritário do professor, impondo a disciplina e o silêncio em sala de aula através de exclusão de sala, suspensão das atividades escolares para o aluno ou qualquer outro método repressor que se possa pensar, não garante o aprendizado do aluno. Contribui apenas para que o professor reforce no aluno a visão de que a escola é um ambiente opressor, que não contribui para sua formação e para aumentar seu desejo de sair dela.

Dada esta realidade, o professor facilmente se verá desmotivado a desempenhar suas atribuições, que são incentivar a curiosidade, apresentar diferentes perspectivas, motivar o aprendizado do aluno. Manter-se criativo e engajado no processo de ensino-aprendizagem costuma ser um desafio maior do que manter o controle da turma. A falta de engajamento da turma nas atividades em sala de aula passa ao professor a impressão de que ele não tem uma função ali, levando-o fatalmente a cair na tentação de fazer de conta que ensina enquanto os alunos fazem de conta que aprendem. As salas superlotadas e a carência de recursos pedagógicos dificultam a inovação, assim como ausência de políticas públicas que valorizem o professor, dando-lhe condições dignas de trabalho.

Os alunos, portanto, demonstram grande distanciamento da linguagem científica e tecnológica. Embora sejam usuários frequentes de ferramentas tecnológicas, que os avanços das ciências sejam determinantes para tornar nossas vidas mais confortáveis, percebe-se quase total desconhecimento de como o desenvolvimento científico se dá e como as tecnologias funcionam ou são geradas. O

mais preocupante é o desinteresse em compreender tais avanços, como se eles fossem consequência de uma “força natural” e simplesmente brotassem do chão como mágica. Depende-se da tecnologia, mas não se faz a menor ideia de como ela é desenvolvida. Da ciência que precisou evoluir através do escrutínio do seu método, de seus erros e acertos, para que se chegasse àquela tecnologia que facilita sua vida.

O desconhecimento dos conceitos científicos básicos utilizados no cotidiano torna os indivíduos presas fáceis de “charlatões quânticos” e reforça a influência das pseudociências sobre a forma como as pessoas se relacionam e consomem, o que pode ser profundamente perigoso para suas vidas. As explicações conceitualmente erradas que se aceita para diversos fenômenos naturais que são observados no cotidiano precisam ser corrigidas e a linguagem científica precisa ser popularizada.

É profundamente perigoso que os indivíduos não percebam uma relação entre a forma como eles consomem tecnologia e os avanços da ciência. Não ter a consciência de que a produção tecnológica pode demandar exploração de recursos escassos na natureza, envolver o trabalho de pessoas em situação de trabalho degradante, degradar o meio ambiente de modo a impactar com brevidade sua própria vida e as futuras gerações e que não há neutralidade no desenvolvimento científico e da tecnologia. Que tais desenvolvimentos nem sempre são benéficos, e para que se valha de certos benefícios hoje, gerações podem estar condenadas a escassez e sofrimento. Existe uma necessidade de que o indivíduo agregue à sua prática social condutas que o permitam tomar melhores decisões sobre seu estilo de vida, suas práticas de consumo, sua relação com o meio ambiente etc. Espera-se levar o indivíduo a pensar cada aspecto da sua vida cotidiana sob o prisma de uma relação consciente com as tecnologias que utiliza.

1.2 Objetivos e estratégias

1.2.1 Objetivos

- Despertar nos alunos o interesse pelo aprendizado de física.
- Demonstrar para os alunos que os conhecimentos adquiridos nas aulas de física possuem aplicações práticas diretas em suas vidas.
- Aproximar a linguagem científica da linguagem cotidiana dos alunos.
- Contextualizar os temas apresentados em sala de aula a partir de situações que sejam significativas, levando em consideração particularidades da comunidade escolar.
- Oportunizar aos alunos a compreensão de como o conhecimento científico é construído, a importância de seu desenvolvimento e os impactos positivos e negativos sobre sua vida cotidiana.
- Encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares nas aulas de física com situações de seu cotidiano e desenvolver responsabilidade social.
- Contribuir para que os alunos construam uma visão crítica do papel da ciência e da tecnologia em suas vidas.

1.2.2 Estratégias

Como estratégias para contornar os problemas enfrentados e buscar atingir os objetivos elencados, faremos no Capítulo três a descrição da metodologia trabalhada em sala de aula, buscando servir de sugestão para a elaboração de aulas significativas com foco na alfabetização científica, utilizando mapas mentais e mapas conceituais como ferramentas para gerar um maior envolvimento dos alunos.

2 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA

O presente trabalho propõe uma sequência didática, que foi aplicada em turmas do 1º Ano do Ensino Médio, pensada de modo a facilitar a apreensão por parte dos alunos do conceito de Velocidade Média, que se apresenta como um conceito chave para a compreensão da Cinemática. Buscamos trabalhar o tema à luz da aprendizagem significativa, aproximando os conteúdos apresentados em sala de aula do cotidiano do aluno e levando em consideração suas vivências. Houve um esforço em deixar claro para o aluno que os princípios físicos apresentados em sala de aula já permeiam seu dia-a-dia, e que ele apenas não se apoderou deles ainda de um ponto de vista formal. Para tanto, buscamos aproximar os saberes prévios dos alunos, oriundos do senso comum, da linguagem científica, buscando discutir suas implicações e práticas sociais.

Na prática de sala de aula, buscamos dar aos alunos subsídios que o permitam ver o mundo que os cerca como uma consequência do desenvolvimento do conhecimento humano, do avanço das ciências e das tecnologias. Ao investigar a forma como os alunos se referem aos fenômenos observados em seu cotidiano com uma linguagem própria, buscamos promover a alfabetização científica ao apresentar a linguagem científica formal, o método científico e o modo de interpretar a natureza característico das ciências.

O momento inicial da aula é chamado de Contextualização, onde ilustramos o tema central da aula à luz de fenômenos observados pelos alunos em seu cotidiano. Em seguida, temos o momento de Interpretação, onde fazemos uma investigação dos saberes prévios dos alunos, utilizando mapas mentais, a serem elaborados juntamente com a turma, como ferramenta de organização e representação desses conhecimentos. No momento de Formalização, utilizaremos mapas conceituais, elaborados pelo professor, com o intuito de apresentar os conceitos formais de forma hierarquizada, buscando organizar as informações de modo a facilitar sua compreensão. No momento de Comparação, confrontaremos os mapas mentais elaborados pelas turmas com os mapas conceituais trazidos pelo professor, buscando aproximar os conhecimentos prévios dos alunos do conhecimento formal. No momento de Transferência, trataremos o tema da aula de modo a transbordar o cotidiano dos alunos, explorando os impactos causados pelo desenvolvimento

científico em nossas vidas. Por fim, no momento de Verificação, buscaremos perceber se os alunos compreenderam os conceitos básicos apresentados e se assimilaram a linguagem formal.

A aplicação ocorreu em uma escola regular da rede de Ensino Médio estadual na cidade de Caucaia, Ceará. A instituição de ensino onde foi aplicada esta sequência foi a Escola de Ensino Médio Presidente José Sarney, aplicada em cinco turmas de 1º Ano do turno matutino.

O trabalho foi estruturado com base nas teorias da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, utilizando como ferramentas didáticas mapas mentais e mapas conceituais, com foco na alfabetização científica.

2.1 Momentos da aula

Conforme comentado anteriormente, as aulas foram divididas em seis momentos:

- Contextualização
- Interpretação
- Formalização
- Comparação
- Transferência
- Verificação

2.1.1 Contextualização

O início da aula é sempre um momento delicado, pois o primeiro passo é conseguir a atenção dos alunos e isso nem sempre se consegue com rapidez. Devemos orientar os alunos na formação de equipes de até quatro componentes, com o intuito de incentivar a cooperação entre os alunos. Aos alunos mais inibidos e que apresentarem resistência para trabalhar em grupo deve ser dada a liberdade de se

agruparem ou não. Grupos com muitos componentes poderiam gerar dispersão, pois poderia haver conversas paralelas, tirando os alunos do foco deste momento da aula. Este momento é crucial e deve ser conduzido com paciência pelo professor, pois o objetivo é o aprendizado, e os alunos aprendem melhor quando estão engajados nas atividades propostas. Seja qual for a disposição dos grupos, pelo menos um componente será o responsável por anotar as respostas às questões e desafios que o professor apresentará. Tais contribuições serão importantes para o momento de Interpretação.

Enquanto os alunos se organizam, sem citar explicitamente o tema da aula, devemos apresentar situações-problema relacionadas aos seus conceitos centrais, que sejam familiares aos alunos (na sala de aula, na escola e seu entorno, em casa etc.), descrevendo fenômenos e circunstâncias que vivenciam e observam diariamente, conforme iremos exemplificar no capítulo dedicado às discussões dos resultados. Embora trabalhem com salas de aula heterogêneas em diversos aspectos (faixa etária, condição socioeconômica, etnia etc.), certamente existem traços da vida cotidiana dos alunos que são concorrentes.

Como o nome deste momento sugere, devemos abordar situações cotidianas, que nos permitam explorar a diferença entre *movimento* e *repouso*, trabalhando com o conceito de *referencial*. Os exemplos devem explicitar situações em que haja móveis sofrendo sucessivas mudanças de *posição escalar* em suas *trajetórias*, para que possamos relacionar tais mudanças de posição ao conceito de *deslocamento escalar*. Devemos, também, enfatizar que tais mudanças de posição ocorrem com o passar do tempo, introduzindo o conceito de *instante de tempo*, levando-nos à ideia de um *intervalo de tempo*, que ocorre entre instante de tempo particulares. Assim, ao apresentarmos os rudimentos necessários para a compreensão dos conceitos de deslocamento escalar e intervalo de tempo, poderemos definir a *velocidade média* de um corpo como a relação existente entre um deslocamento escalar realizado e o intervalo de tempo necessário.

Buscamos expor cada situação da maneira mais variada possível, do maior número de perspectivas possíveis, com a finalidade de tornar a exposição bem abrangente e tangente às mais variadas realidades. Devemos incentivar os alunos a exercitarem sua curiosidade (certamente observam os fenômenos físicos que o afetam, intrigam-se com eles, mas não possuem o hábito de investigar). Neste

momento, buscaremos ilustrar para os alunos que o conhecimento formal que será apresentado já é utilizado por eles em seu cotidiano mesmo sem que saibam o porquê. Devemos identificar, também, pontos polêmicos que surgirão no confronto entre o senso comum e o conhecimento formal, explorando-os de modo a estimular a curiosidade dos alunos. Esperamos que a maior parte da turma se veja representada nos exemplos, com os alunos percebendo que aquele momento da aula está conectado com suas vivências. À medida que os exemplos se tornam mais abrangentes, refletindo situações vividas pelo maior número possível de alunos, esperamos maior envolvimento da turma. Devemos buscar conhecer particularidades da comunidade escolar. As situações-problema devem explorar os impactos sociais envolvidos com os fenômenos investigados, gerando uma percepção de que aquele aprendizado tem potencial para gerar uma visão mais responsável das ações dos indivíduos.

Devemos, ao fazer nossa exposição, percorrer todo o espaço da sala de aula, dirigindo-se às equipes uma a uma, indagando os alunos, dentro do contexto do tema abordado na aula, sobre suas rotinas. Assim, poderemos observar se a composição dos grupos está satisfatória, abordando de forma acolhedora os alunos que estão resistindo ao trabalho em grupo, mas sem gerar nenhum tipo de desconforto. Nosso objetivo é incentivar a participação de todos no momento de Interpretação.

2.2.2 Interpretação

Finalizada a Contextualização, apresentamos o tema da aula como *Velocidade Média*, e questionamos as equipes sobre o significado desta expressão, encorajando-as a tentarem explicar à sua maneira, lançando questionamentos tais como “o que vocês acham que é velocidade?”, “é importante ser veloz?”, “como vocês explicariam o que é velocidade para uma criança?”, “que situações cotidianas fazem vocês lembrar da palavra velocidade?” etc. Neste momento, faremos a sondagem dos saberes prévios dos alunos, buscando identificar como ele já pensa, com base em suas vivências, os conceitos físicos a serem aprendidos, tais como posição escalar, instante de tempo, deslocamento escalar e intervalo de tempo.

Aos poucos, os alunos passam a formular suas próprias explicações para os conceitos e fenômenos apresentados. Devemos evitar comentários negativos sobre contribuições que não pareçam imediatamente relacionadas aos conceitos desejados, pois isso desencorajaria a participação dos alunos. O professor deve estar sensível à forma como os alunos pensam certos conceitos. Será comum ver os alunos se referirem a “*canto*” ou “*lugar*” quando são provocados a pensarem na posição escalar de um objeto, por exemplo. O professor deve estar aberto à ideia de, neste momento, trabalhar o conceito de deslocamento escalar como a distância entre dois “*lugares*”, se isso contribuir para a compreensão dos alunos. O importante é verificar se os alunos já dispõem, ainda que de maneira incipiente, os subsídios necessários para a construção da compreensão do conceito formal.

As equipes devem deliberar sobre nossos questionamentos, levando em consideração suas experiências e sua linguagem própria, formular suas respostas e encarregar o membro previamente selecionado para anotá-las. O uso da linguagem própria dos alunos na descrição dos conceitos dará a este momento um caráter lúdico e competitivo, pois as equipes tenderão a competir entre si para dar o maior número de respostas.

Devemos percorrer a sala provocando e incentivando equipe por equipe a formular suas próprias respostas. Devemos incentivar a troca de informações entre as equipes, se julgar que isso possa ajudar o desenvolvimento dos grupos que apresentarem maior resistência ou dificuldade. O objetivo é envolver a maior parte da turma. Devemos procurar gerar no aluno o desconforto de tentar explicar os fenômenos que observa em seu cotidiano com sua própria linguagem. O professor deve ficar atento à forma como os alunos se referem aos conceitos de movimento, repouso, posição escalar, deslocamento escalar, instante de tempo, intervalo de tempo e velocidade. Será comum que os alunos se refiram a velocidade como rapidez, e o professor poderá reforçar essa percepção tratando a velocidade como “*a rapidez com que um móvel realiza um movimento*”. Nesta definição estão inseridas as noções de um deslocamento escalar que é realizado em um determinado intervalo de tempo, que trataremos de formalizar no momento adequado da aula.

Quando estivermos satisfeitos com a quantidade e qualidade das contribuições, devemos buscar criar no quadro, com o auxílio de toda a turma, um *mapa mental*, que represente a forma como aqueles alunos percebem aqueles

conceitos. Os Mapas Mentais são uma forma de representar e organizar ideias. Devemos procurar realizar conexões entre os termos utilizados pelos alunos para tentar explicar os questionamentos iniciais. Podemos hierarquizar as expressões, fazendo ligações, observações etc.

Devemos explorar a linguagem própria dos alunos, pois é a partir dela que eles se conectam com o mundo e é nas particularidades da linguagem dos alunos que o professor irá identificar se os saberes prévios necessários para a compreensão do conteúdo estão presentes em suas estruturas cognitivas ou se será necessária a utilização de organizadores prévios para garantir que os novos conceitos sejam bem assimilados. Este diagnóstico é de suma importância, pois nos ajudará a planejar o momento de Comparação, que abordaremos adiante.

2.2.3 Formalização

Este momento assemelha-se muito a uma aula tradicional, sendo extremamente importante para a apresentação dos conceitos, mas não devendo ser demasiado extenso. Seu objetivo é demonstrar a forma como os conceitos que os alunos trabalharam com linguagem própria no momento de Interpretação são tratados do ponto de vista formal. Os conceitos formais serão retomados no momento seguinte, Comparação. Estender-se muito neste momento poderá levar a uma dispersão dos alunos.

Neste momento, o professor apresentará para a turma um *mapa conceitual* previamente realizado por si, contendo o tema da aula, conceitos centrais e periféricos, assim como equações matemáticas necessárias para a formalização do conteúdo de maneira expositiva, utilizando os recursos de que se puder lançar mão, buscando ser o mais objetivo possível. O professor deve criar seu mapa conceitual de modo a abordar direta ou indiretamente os seguintes conceitos:

- *Ponto do espaço*: local ocupado no espaço por um corpo.
- *Trajectoria*: o conjunto de todos os pontos ocupados no espaço por um corpo com o passar do tempo.

- *Instante de tempo*: ponto particular na linha do tempo.
- *Instante inicial*: instante em que um movimento começa a ser observado, também chamado de origem dos tempos.
- *Instante final*: instante em que cessa a observação de um movimento.
- *Intervalo de tempo*: tempo decorrido entre o instante inicial e o instante final de um movimento.
- *Posição escalar*: valor numérico atribuído a uma posição do espaço sobre uma trajetória graduada.
- *Posição inicial*: posição escalar ocupada por um corpo em sua trajetória na origem dos tempos.
- *Posição final*: posição escalar ocupada por um corpo em sua trajetória no instante de tempo final.
- *Deslocamento escalar*: distância em linha reta entre a posição inicial e a posição final de um movimento. Também definido como a diferença entre a posição final e a posição inicial de um movimento.
- *Velocidade média*: razão entre um deslocamento escalar realizado por um móvel e o respectivo intervalo de tempo necessário.

Os Mapas Conceituais são uma forma de representar graficamente as relações existentes entre conceitos. Neste momento, o professor apresenta a linguagem científica formal trazida pelo material didático, dando ênfase à influência do método científico sobre a construção do conhecimento, citando/demonstrando experimentos que contribuíram para a formulação das teorias e leis que servem de base sólida para o conhecimento ali exposto.

2.2.4 Comparação

Aqui, fazemos o confronto entre os saberes prévios dos alunos, percebidos no momento de Interpretação, e os saberes formais apresentados pelo professor no momento de Formalização. Durante este processo, que será uma experiência particular a cada turma, devemos pavimentar o caminho para que o aluno faça por si associações entre suas concepções prévias dos conteúdos e o conhecimento

cientificamente estabelecido. Os termos característicos da linguagem própria dos alunos obtidos no momento de Interpretação, tais como suas percepções a respeito dos fenômenos que observam no cotidiano, devem ser retrabalhados à luz da linguagem formal, aproximando sua linguagem própria da linguagem científica.

Devemos ressignificar os termos e expressões que os alunos utilizaram para tratar das questões colocadas no processo de Interpretação, ajudando o aluno a fazer conexões entre a forma como ele pensava o tema e os conceitos e a forma como o conhecimento estabelecido se apresenta, promovendo uma mudança em sua forma de ver o mundo. Buscamos oportunizar aos alunos uma aprendizagem significativa, no momento em que as informações a serem aprendidas interagem com as ideias e conceitos já presentes na mente dos alunos.

Esperamos que os alunos, neste momento, percebam que aquilo que ele vive e experimenta corriqueiramente possui correspondência com o conhecimento formal, permitindo a ele ver o mundo que o cerca de uma nova perspectiva enquanto se apropria da linguagem científica formal. Neste momento, devemos auxiliar o aluno a compreender como os conhecimentos foram construídos, procurando familiarizá-lo com o método científico. Enquanto fazemos essa ponte, devemos chamar a atenção para a importância e as implicações do conhecimento científico para a vida prática do aluno, dando a ele uma oportunidade de relacionar o conhecimento da Física vista em sala de aula com o seu papel na escola e na sua comunidade.

2.2.5 Transferência

Momento de trabalhar o tema da aula de modo a acentuar a mudança de perspectiva sobre o papel do conhecimento na vida do aluno. O professor deve buscar referências em outras áreas do conhecimento, abusando das transversalidades, buscando linhas de convergência entre o conhecimento científico e a prática social do indivíduo, sempre alertando para os impactos sociais, ambientais e econômicos do desenvolvimento da ciência e das tecnologias. O professor deve buscar evidenciar que a forma como os indivíduos interagem entre si e com o mundo é fortemente influenciada pelo desenvolvimento científico.

O tema *Velocidade Média* deve servir de ponto de partida para uma discussão que fatalmente transbordará os limites da sala de aula. O professor deve distribuir entre os grupos fragmentos de textos previamente selecionados, que apresentem aplicações dos conhecimentos apresentados durante a aula e que sejam diferentes das aplicações trazidas no momento de Contextualização. Cada grupo deverá discutir os textos e apontar a relação entre os temas abordados nos textos e os temas abordados na aula. O papel do professor neste momento é conduzir o aluno a perceber que o conhecimento formal relacionado ao tem da aula está relacionado a fenômenos comuns em seu cotidiano, e possui aplicações em realidades diversas.

O professor deverá provocar uma reflexão sobre os impactos do conhecimento científico no exercício da cidadania, chamando atenção para a influência do conhecimento na forma como os indivíduos se relacionam uns com os outros, na forma como escolhem os produtos que consomem diariamente, na forma como interagem com o meio ambiente, na forma como cuidam da sua saúde, nos fatores que influenciam na escolha de seus representantes etc.

2.2.6 Verificação

Buscamos perceber se os alunos compreenderam os conceitos básicos elencados no momento de Formalização, avaliando se conseguiram se apoderar da linguagem formal a que foram expostos. Os alunos são incentivados a pensar como o conhecimento adquirido irá contribuir tanto em seu cotidiano quanto em sua prática social como um todo. A Verificação consistirá em um questionário, onde as questões devem fazer referência inicialmente às situações-problema que são familiares aos alunos, como as tratadas no momento de Contextualização. A intenção é conduzir o aluno a repensar tais situações à luz dos conceitos formais, que foram explorados nos momentos de Formalização e Comparação. A seguir, devemos trabalhar as situações-problema apresentadas no momento de Transferência, levando o aluno a aplicar aquele conhecimento que ele agora reconhece como parte da sua vivência em situações que extrapolem sua realidade local. Tal aplicação visa explorar o conhecimento adquirido a partir de perspectivas diferentes, dando ênfase às implicações sociais, econômicas e ambientais do conhecimento. É de suma

importância que as questões desafiem os alunos a pensarem aplicações dos conceitos chave da aula em seu cotidiano e fora dele.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente trabalho consiste em uma sequência didática, que se baseia nos pressupostos da Teoria do Processamento da Informação, mais especificamente na concepção de aprendizagem significativa de David Ausubel, que propõe que a aprendizagem ocorre de maneira mais efetiva quando os conceitos apresentados podem ser ligados às preconcepções do indivíduo sobre um determinado assunto. Compartilhamos da definição de Zabala (1998) de que uma *sequência didática* é um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Quanto aos aspectos metodológicos, ainda se amparando nos pressupostos do cognitivismo, a sequência didática se serve dos *mapas mentais* trabalhados por Tony Buzan, que propõe uma maneira eficiente de organizar ideias em nossa mente de modo a facilitar o aprendizado, os *mapas conceituais* propostos por Joseph Novak, que buscam representar relações significativas entre conceitos. Quanto aos aspectos relacionados à didática das ciências, propomos um enfoque na perspectiva da alfabetização científica, que consiste em possuir os conhecimentos científicos e tecnológicos necessários para nossa vida.

3.1 Aprendizagem Significativa

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel está fundamentada no conceito de “codificação” do modelo de memória dual da teoria do processamento da informação. Nesse sentido, “codificação” é o processo de colocar nova informação dentro do sistema de processamento da informação e prepará-lo para armazenamento na memória de longo prazo (SCHUNK, 2012).

Os métodos de ensino de física aplicados em nossas escolas, com frequência, conduzem os alunos a uma aprendizagem mecânica, baseada na memorização de dados e fórmulas sem nenhum significado em suas vidas práticas, favorecendo uma aprendizagem apenas superficial dos conteúdos, que por isso são rapidamente esquecidos. Aliando isto a um sistema de avaliação que privilegia a memorização dos conteúdos em detrimento de um aprendizado significativo, temos a fórmula perfeita para o desinteresse pelo aprendizado de física, levando a um baixo rendimento dos alunos.

Segundo Ausubel, autor da teoria da Aprendizagem Significativa, “o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.” (AUSUBEL, 1980). Existem estruturas na mente do aprendiz onde as informações se organizam durante o processo de aprendizagem, e essa aprendizagem é fortemente influenciada pelas informações já contidas nessas estruturas, que são frutos daquilo que o indivíduo já aprendeu e viveu.

Para Ausubel, a *Aprendizagem Significativa* é o processo através do qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não-arbitrária e substantiva (não-literal) com a estrutura cognitiva do aprendiz. Não-arbitrária porque a nova informação se relaciona com conhecimentos específicos e relevantes já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, os chamados subsunçores. Substantiva (não-literal) porque o que é incorporado à estrutura cognitiva do aprendiz são novas ideias e não uma ou outra variação de palavras necessárias para expressá-las. Um mesmo conceito pode ser expresso de modos distintos. Mais importante que a forma de se referir a um certo conceito é a ideia vinculada a ele em si. A aprendizagem se dá de forma significativa quando as informações a serem aprendidas interagem com ideias e conceitos já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, chamados por Ausubel (2003) de conceitos subsunçores. A interação sistemática dos subsunçores com novos conceitos atribuem a estes novos significados, modificando-os continuamente e tornando-os mais elaborados. Este processo é chamado de *diferenciação progressiva*.

Os conceitos subsunçores servem de ponto de ancoragem para que as novas informações recebidas sejam ligadas à estrutura cognitiva do aluno, que adquire no processo um papel ativo, reestruturando e reorganizando as informações recebidas de forma a modificar suas representações de realidade. Para Moreira (2010) os

subsunçores “[...] são conhecimentos prévios especificamente relevantes para que os materiais de aprendizagem ou os novos conhecimentos sejam potencialmente significativos”

Aprender significativamente é agregar conceitos e ideias de forma a reordenar informações já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz e, através dessa reordenação, relacionar o que já se sabia com os novos conteúdos. Busca-se fazer com que os novos conceitos sejam ligados ao maior número de pontos de ancoragem possíveis, consolidando assim o novo conhecimento. Através de um processo de aprendizagem subordinada, as informações são organizadas na estrutura cognitiva do aprendiz seguindo uma hierarquia conceitual. Os conceitos mais gerais presentes na estrutura são ligados a conceitos cada vez mais específicos.

Existem condições em que a aprendizagem significativa se dá de forma mais eficaz: os conteúdos ensinados devem ser potencialmente significativos para o estudante e ele precisa estar motivado a relacionar o material de maneira consistente e não-arbitrária.

O docente deve planejar suas aulas de física de forma a possibilitar ao aluno uma reflexão sobre o significado e os impactos do aprendizado daqueles conceitos em sua vida. As situações exploradas durante a aula precisam estar claramente conectadas com as vivências do aluno. Cabe ao profissional criar as condições que possibilitem a construção do conhecimento. Os assuntos devem ser trabalhados de modo a explorar traços socioculturais significativos, do contrário a aula se transformaria em mais um componente escolar vazio de significado social.

Ao tratar da aprendizagem mecânica, Ausubel (2003) afirmou que nela os conteúdos são fracamente ligados à estrutura cognitiva do aprendiz, pois este tipo de aprendizagem é majoritariamente baseado na memorização de informações arbitrárias e sem ligação direta com os saberes prévios do aprendiz. No entanto, a aprendizagem mecânica não pode ser simplesmente desconsiderada, uma vez que existem situações em que seria útil memorizar informações de forma aleatória para posteriormente reordená-las. Ou seja, na falta dos pontos de ancoragem necessários para uma aprendizagem significativa, devemos nos valer da aprendizagem mecânica, através dos organizadores prévios. Para Moreira (2006), os organizadores prévios são “[...] materiais introdutórios, apresentados antes do próprio material a ser aprendido, porém, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que esse

material”. Porém, sem trabalhar materiais potencialmente significativos, tais conceitos tendem a ser esquecidos. Conclui-se daí que a aprendizagem mecânica é efêmera, enquanto a aprendizagem significativa é mais duradoura.

Este trabalho procura se valer da Aprendizagem Significativa de Ausubel quando se propõe a investigar os saberes prévios dos alunos sobre os conceitos a serem aprendidos, para, explorando aquilo que os alunos já sabem, agregar a suas estruturas cognitivas os novos conhecimentos que desejamos que aprendam.

3.2 Mapas Mentais

Na perspectiva da teoria do processamento da informação, a “organização” é um importante fator que influencia a “codificação”. A organização do conteúdo a ser aprendido aprimora a memorização visto que itens como conceitos, definições e ideias são associadas entre si sistematicamente (SCHUNK, 2012).

Os mapas mentais são ferramentas que nos permitem registrar informações de diversas maneiras, incentivando nossa criatividade e nos auxiliando em diferentes processos cognitivos, dentre eles a aprendizagem. Segundo Buzan (2005), são ferramentas de pensamento que permitem fazer uma representação do que se passa em nossa mente. É uma forma de organizar nossos pensamentos, encadeando o conhecimento de modo a otimizar o processo de aprendizado. Para Buzan (2005), um mapa mental é “a maneira mais fácil de introduzir e de extrair informações do cérebro, mapeando os pensamentos de forma criativa e eficaz”.

Por não exigirem recursos especiais para a sua criação, os mapas mentais são uma ferramenta didática versátil, uma vez que seus benefícios podem ser explorados mesmo em uma sala de aula que não dispõe de qualquer recurso digital. Bastam folhas de papel ou um quadro branco e alguns pincéis coloridos.

Os mapas mentais, com seu potencial para a organização de ideias, mostram-se úteis para diferentes propósitos, tais como a organização do trabalho, para organizar a rotina diária, para o planejamento de negócios, dentre outros. No ambiente escolar, os mapas podem ser aplicados em atividades como leitura, apresentação de novos conteúdos, revisão de um conteúdo já visto, anotações etc. Buzan (2005) afirma

ainda que o mapa mental facilita na recuperação de dados, ajudando o indivíduo a aprender, organizar e armazenar grandes quantidades de informações e classificá-las de formas naturais que lhe dão acesso fácil e instantâneo. Os mapas mentais compõem um método de hierarquizar informações utilizando palavras ou imagens, que exploram a memória do indivíduo de modo a estimular novas reflexões sobre o que ele já sabe.

Na construção de um mapa mental, deve-se apresentar um conceito central (generalizado) a partir do qual se buscará uma investigação de seus detalhes. Ideias mais gerais serão trabalhadas no sentido de buscar suas implicações mais específicas. As ideias mais relevantes devem ficar no centro do mapa mental, de onde partirão ramificações em direção às ideias cada vez mais específicas sobre o tema central. O objetivo é identificar uma série de ideias a respeito de um tema central, as quais se entrelaçam em torno dele. Tal forma de representação deve se valer de uma série de tópicos, conteúdos, símbolos, palavras e desenhos.

Cada mapa mental é único e representa um instantâneo do que determinado indivíduo ou grupo de indivíduos pensa a respeito de certo tema em um certo momento. Uma mesma turma, com os mesmos indivíduos, tende a gerar mapas mentais diferentes em momentos diferentes, pois sua produção está muito sujeita aos conhecimentos prévios e afetos dos indivíduos que contribuem para a sua criação. Em cada momento serão feitas conexões que podem ser distintas das feitas em outra ocasião. Este fato demonstra a riqueza dos mapas mentais como ferramenta didática, pois permite que o aluno aprenda coisas novas a cada vez que pensa sobre um mesmo assunto.

Podemos apontar como principais vantagens do uso de mapas mentais o fato de que, em sua construção, a ideia central é rapidamente percebida pela turma, que fará uma associação rápida do tema com conceitos imediatamente correlatos a ele, gerando uma cadeia de diferentes interpretações destes conceitos. Cada nova ideia gera um novo ramo no mapa que levará a novas interpretações e pode levar a novos conceitos. Como fica explícito na representação esquemática de um mapa mental contida na Figura 1, as informações seguem um fluxo que se encaminha da ideia mais geral do tema central em direção às ideias mais específicas dos conceitos que são cumulativamente acrescentados. Todo mapa mental será reflexo do que um indivíduo ou grupo de indivíduos possuía em sua mente naquele instante, já que reflete o que

se conhecia do assunto até ali. Uma vantagem da utilização de mapas mentais em sala de aula como ferramenta didática é o caráter lúdico de sua elaboração, diferenciando-se de atividades didáticas tradicionais e tornando aquele momento da aula algo prazeroso. Assim, nos valemos dos Mapas Mentais de Buzan como uma ferramenta para sondar o que os alunos já sabem sobre os temas que desejamos abordar em sala de aula.

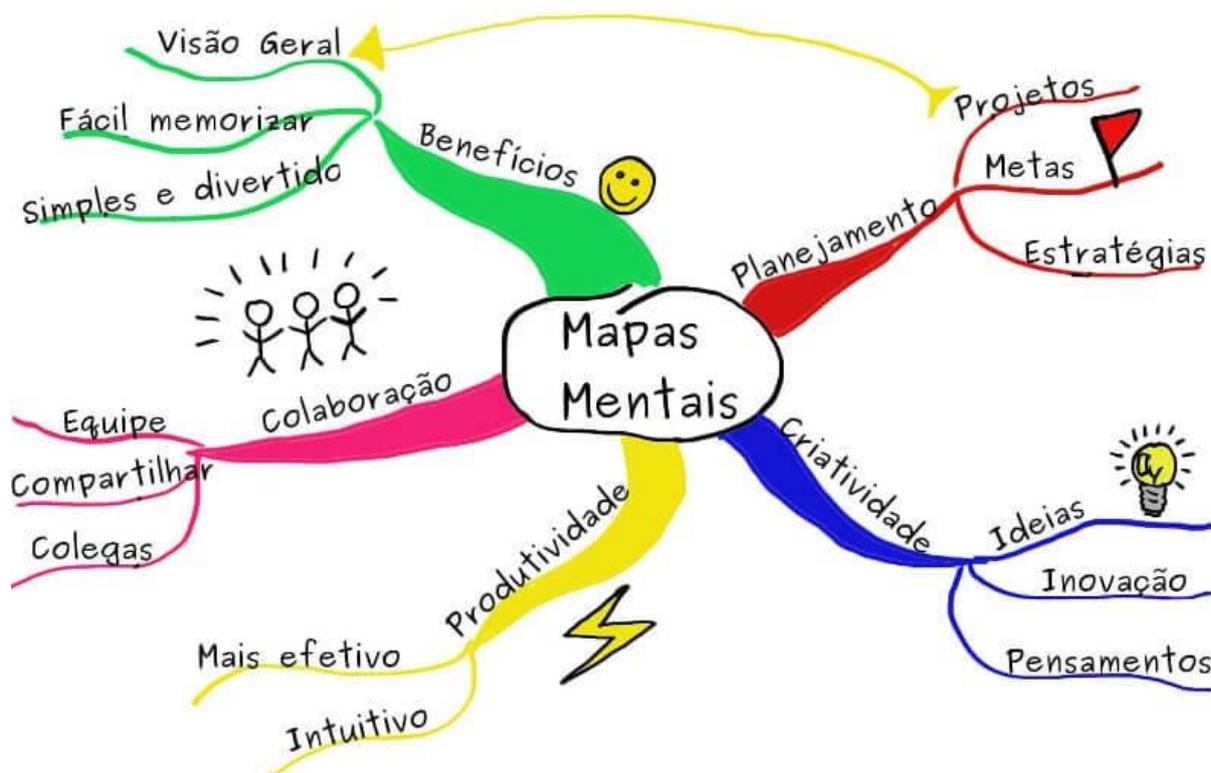


Figura 1. Representação esquemática de um Mapa Mental

Fonte: (<https://www.proximosconcursos.com/como-criar-um-mapa-mental-efetivo/>)

3.3 Mapas Conceituais

Do ponto de vista da teoria do processamento da informação, os mapas conceituais são organizadores que influenciam o processo de codificação da informação, tal como os mapas mentais. Os mapas conceituais são diagramas conceituais hierárquicos destacando conceitos de um certo campo conceitual e relações (proposições) entre eles (Moreira, 2012, 2013). São uma forma de representar graficamente as relações existentes entre conceitos, ordenando-os de modo sequencial e hierarquizado, dos conceitos mais gerais e abrangentes até os

conceitos mais específicos e menos inclusivos, visando auxiliar na organização dos conteúdos de ensino, proporcionando aos alunos condições mais adequadas à sua aprendizagem. Para Ausubel (1980), “[...] os conceitos consistem nas abstrações dos atributos essenciais que são comuns a uma determinada categoria de objetos, eventos ou fenômenos”. Os mapas conceituais apresentam-se como uma poderosa ferramenta de aplicação da Teoria da aprendizagem Significativa de Ausubel.

Ausubel sustenta o ponto de vista de que cada disciplina acadêmica tem uma estrutura articulada e hierarquicamente organizada de conceitos que constitui o sistema de informações dessa disciplina. [...] Esses conceitos estruturais podem ser identificados e ensinados ao estudante, constituindo para ele um sistema de processamento de informações, um verdadeiro mapa intelectual que pode ser usado para analisar o domínio particular da disciplina e nela resolver problemas (MOREIRA e MASINI, 2006, p. 42).

Na construção de mapas conceituais, exige-se que os temas abordados sejam apresentados de maneira distinta de uma aula tradicional. Valendo-se da diferenciação progressiva, os conceitos mais gerais são reordenados e retrabalhados de forma a dar origem a novos conceitos, estes mais específicos e menos inclusivos.

Os mapas conceituais devem ser apresentados por seu idealizador, uma vez que cada indivíduo fará diferentes ligações entre os conceitos de um mesmo tema, como pontua Moreira (2006), “[...] mapas conceituais podem ser interpretados como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de um corpo de conhecimento ou de parte dele [...]”. Isso implica que o professor que utilizar mapas conceituais como ferramenta didática deve explicá-lo, desenvolvendo o seu próprio encadeamento de ideias, como os conceitos se subordinam e explicitando como as conexões entre os conceitos se dão em sua própria estrutura cognitiva. Em comparação com os mapas mentais mencionados anteriormente, em que o professor deve elaborá-lo junto com a turma, sondando seus saberes prévios sobre os temas abordados, ao compartilhar com os alunos seu mapa conceitual sobre determinado assunto, o professor espera afetar a estrutura cognitiva dos alunos de maneira a proporcionar nelas alterações necessárias para assimilação dos conceitos tratados. Ou seja, enquanto os mapas mentais buscam sondar os conhecimentos prévios contidos na estrutura cognitiva dos alunos, os mapas mentais buscam modificá-los.

Na Figura 2, temos uma representação esquemática de um mapa conceitual que, na qualidade de representações gráficas, busca indicar as relações existentes entre conceitos, que são destacados em quadros, ligando-os através de linhas ou flechas, que buscam conectar e hierarquizar os conceitos, e palavras-chave, estimulando os alunos a fazerem suas próprias conexões e representações, apresentando o conteúdo em um novo arranjo, de modo a apresentá-lo como mais significativo no processo de ensino-aprendizagem.

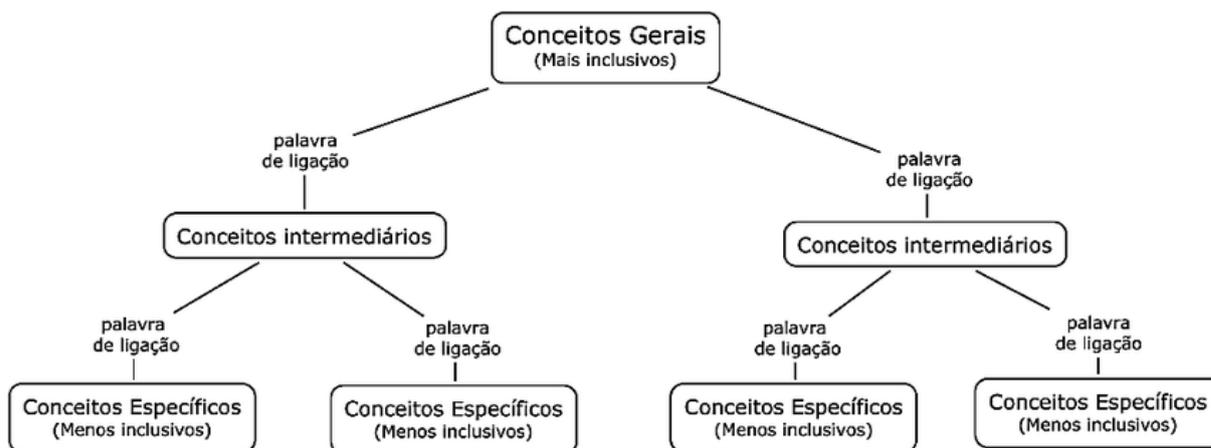


Figura 2. Representação esquemática de um Mapa Conceitual

Fonte: (https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Representacao-esquemática-de-um-mapa-conceitual-Fonte-Adaptado-de-Moreira_fig1_271646670)

Os mapas conceituais podem ser ferramentas didáticas bastante versáteis, porém seu uso pode apresentar vantagens e desvantagens. De acordo com Moreira e Buchweitz (1993), o uso de mapas conceituais tem como principais vantagens: o fato de destacarem a estrutura conceitual de uma disciplina e o papel dos sistemas conceituais em seu desenvolvimento; permitem mostrar que os conceitos de uma certa disciplina diferem em grau de inclusividade e generalidade, apresentando esses conceitos em uma ordem hierárquica de inclusividade que facilite sua aprendizagem e retenção; proporcionam uma visão integrada do assunto e uma espécie de "listagem conceitual" daquilo que foi abordado nos materiais instrucionais.

Ainda de acordo com Moreira e Buchweitz (1993), as principais desvantagens do uso de mapas conceituais seriam: uma excessiva complexidade, que os tornariam confusos e dificultaria a aprendizagem e retenção, ao invés de facilitá-las; o fato de o mapa apresentado não ter significado para os alunos, o que os levaria a encará-lo como mais um conjunto de informações a ser memorizado; inibir a habilidade dos alunos em construir suas próprias hierarquias conceituais, já que receberiam prontas

as estruturas propostas pelo professor (segundo sua própria percepção e preferência). (MOREIRA, 1985)

O professor que fizer opção por utilizar mapas conceituais como ferramenta didática deve primar pela clareza e pela objetividade em sua exposição, evitando apresentar mapas demasiado complexos, o que poderia dificultar a interpretação adequada dos conceitos apresentados por parte dos alunos (MOREIRA, 1985).

3.4 Alfabetização Científica

Em um mundo em que vivemos cercados por produtos do desenvolvimento científico, todo cidadão deveria ser capaz de participar das discussões públicas sobre assuntos relacionados a Ciência e a Tecnologia que se impõe em seu dia a dia, assim como poder desfrutar da satisfação de compreender o mundo natural que o cerca. O ensino de ciências deve proporcionar ao cidadão os conhecimentos e oportunidades de desenvolvimento de capacidades necessárias para se orientarem em uma sociedade complexa, compreendendo o que se passa à sua volta (CHASSOT, 2003).

Como corrobora A Declaração sobre Ciência e o uso do Conhecimento Científico:

“Para que um país esteja em condições de atender às necessidades fundamentais de sua população, o ensino de ciências e tecnologia é um imperativo estratégico [...]. Hoje, mais do que nunca, é necessário fomentar e difundir a alfabetização científica em todas as culturas e em todos os sectores da sociedade.” (Declaração de Budapeste, 1999)

Ainda para Chassot (2003), a alfabetização científica é o domínio dos conhecimentos científicos e tecnológicos necessários para o cidadão desenvolver-se na vida diária. Isso implica que ser um cidadão alfabetizado cientificamente é possuir conhecimento científico e tecnológico suficiente para compreender, interagir e modificar o mundo em sua volta, sendo capaz de desenvolver suas atividades diárias de forma autônoma e crítica.

Díaz, Alonso e Mas (2003) classificam a alfabetização científica como uma atividade que se desenvolve de maneira gradual e ao longo da vida. Consideram que

a alfabetização científica está ligada às características sociais e culturais do indivíduo. Os autores defendem que não há uma receita definitiva de aplicação prática da alfabetização científica em salas de aulas, uma vez que os objetivos específicos variam de acordo com o contexto sociocultural em que os estudantes estão inseridos. De qualquer modo, Díaz, Alonso e Mas (2003) consideram que:

“... a alfabetização científica é a finalidade mais importante do ensino de ciências; estas razões se baseiam em benefícios práticos pessoais, práticos sociais, para a própria cultura e para a humanidade, os quais se obtêm por meio da combinação de duas escalas binárias: individual/grupal e prática/conceitual, dando lugar aos quatro domínios indicados.”

Quanto às habilidades específicas de leitura e escrita, Norris e Phillips (2003), defendem que são condições necessárias, mas não suficientes, para a alfabetização científica:

“Ler e escrever estão intrinsecamente ligados à natureza da ciência e ao fazer científico e, por extensão, ao aprender ciência. Retirando-os, lá se vão a ciência e o próprio ensino de ciências também, assim como remover a observação, as medidas e o experimento destruiriam a ciência e o ensino dela.”

O currículo de ciências que seja voltado para a formação pessoal dos estudantes e é importante que o currículo acompanhe as mudanças sócio históricas. A esse respeito, Bybee e DeBoer (1994) afirmam:

“O currículo de ciências deve ser relevante para a vida de todos os estudantes, e não só para aqueles que pretendem seguir carreiras científicas, e os métodos de instrução devem demonstrar cuidados para a diversidade de habilidades e interesses dos estudantes.”

Os autores defendem, ainda, que indivíduos alfabetizados cientificamente não precisam saber tudo sobre ciências, mas devem ter conhecimento básicos que os proporcionem uma compreensão de como as pesquisas científicas são capazes de influenciar a sociedade. Ou seja, se o objetivo for formar cidadãos críticos e autônomos em relação à ciência e sua influência em seu cotidiano, o currículo deverá

levar em consideração a função social da ciência e no desenvolvimento de atitudes e valores.

3.5 Cinemática

Os livros de física adotados na rede estadual de ensino do Ceará, com frequência costumam, em seus capítulos iniciais de seus volumes número um, apresentar a Física através de uma introdução ao estudo da Mecânica. Sendo a Mecânica, nos livros didáticos, dividida em Cinemática, Dinâmica e Estática, o primeiro contato do aluno com a Física no Ensino Médio costuma se dar através do estudo da Cinemática. Uma boa compreensão desse ramo da Física é primordial para seu aprendizado durante todo o Ensino Médio. É provável que as dificuldades enfrentadas por parte dos alunos ao estudo da Física surjam nesse primeiro contato, pois a Cinemática como abordada nos livros didáticos se mostra demasiadamente distante de suas vivências.

A Cinemática Escalar é o ramo da Física que estuda os movimentos sem se preocupar com suas causas. Isso implica que quando investigamos um movimento, nos preocupamos apenas com os deslocamentos realizados e os intervalos de tempo envolvidos nos deslocamentos, sem indagar o que provocou tais variações. Ao analisar as variações de posições sofridas em um certo intervalo de tempo, podemos concluir o quão rápido esse movimento se deu, dando uma ideia da *velocidade* do movimento.

De maneira formal, antes de falarmos em velocidade, precisamos introduzir outros conceitos. As noções de movimento e repouso são bastante intuitivas, mas demandam a determinação de um *referencial*. Se considerarmos um movimento unidimensional, atribuiremos valores positivos às posições situadas após a origem, e valores negativos às posições situadas antes da origem. Para Nussenzveig (2002, p23), “no caso unidimensional, o referencial é simplesmente uma reta orientada, em que se escolhe a origem O ; a posição de uma partícula em movimento no instante t é descrita pela abscissa correspondente $x(t)$ ”. Estar em movimento equivale a mudar de posição em relação a um referencial arbitrário com o passar do tempo, enquanto estar

em repouso equivale a ocupar uma mesma posição em relação a um referencial arbitrário com o passar do tempo.

3.5.1 Velocidade Média

Intuitivamente, a velocidade de um móvel está relacionada à rapidez com que ele realiza um certo deslocamento, mas definimos velocidade média como a razão entre um deslocamento escalar realizado e o intervalo de tempo que durou esse deslocamento. Assim, sua unidade de medida no Sistema Internacional de Unidades é o metro por segundo (m/s). Matematicamente, temos:

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

Uma vez que a letra “ Δ ”, pertencente ao alfabeto grego, exprime a ideia de uma variação, temos Δx como a variação de posição sofrida por uma partícula em um intervalo de tempo Δt , como vemos na Figura 3.

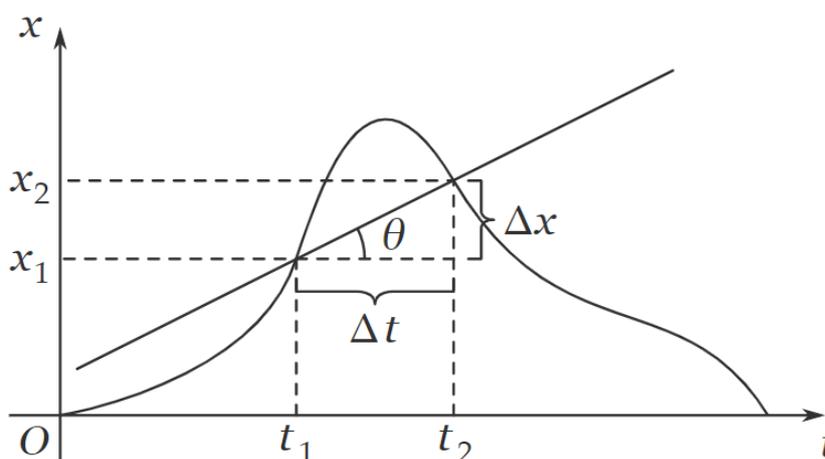


Figura 3. Gráfico da posição em função do tempo de um móvel, que realiza um movimento progressivo.

(<https://www.phyley.com/average-velocity>)

A razão $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ nos dá, então, o coeficiente angular da *reta secante* que, no gráfico, representa a velocidade do móvel analisado. Assim, temos que:

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Para $\theta > 0$, como vemos na Figura 3, a velocidade do móvel assume valores positivos e dizemos que o móvel realiza um *movimento progressivo*.

A Figura 4 ilustra os casos em que temos $\theta < 0$, com a velocidade do móvel assumindo valores negativos. Neste caso dizemos que o móvel realiza um *movimento retrógrado*.

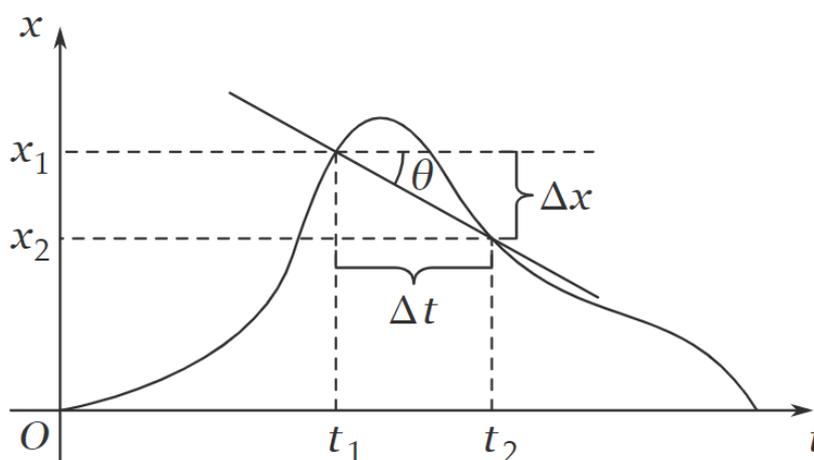


Figura 4. Gráfico da posição em função do tempo de um móvel, que realiza um movimento retrógrado.

(<https://www.phyley.com/average-velocity>)

Se fizermos o intervalo de tempo tender a zero, teremos uma *reta tangente* à curva, como na Figura 5, e chegamos ao conceito de velocidade instantânea.

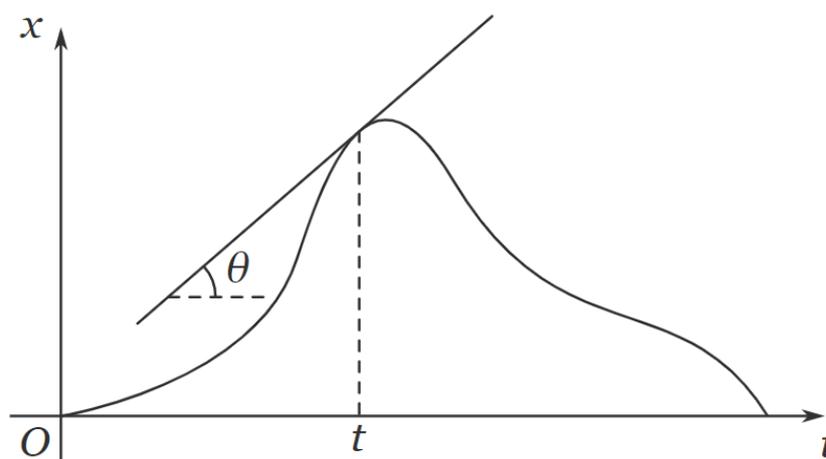


Figura 5. Gráfico da posição em função do tempo de um móvel, quando fazemos o intervalo de tempo

At tender a zero. (<https://www.phyley.com/instantaneous-velocity>)

Matematicamente, temos:

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

A velocidade instantânea é, portanto, a taxa de variação temporal da posição do móvel. Ou seja, é a derivada da função que determina a mudança de posição em relação ao tempo.

3.5.2 Função Horária

Se desejarmos obter a função horária da posição do móvel em relação ao tempo, basta que realizemos a integral da velocidade instantânea e chegaremos na expressão:

$$\int dx = \int v(t) dt$$
$$x(t) = x_0 + \int v(t) dt = x_0 + v \int dt$$
$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Onde x_0 é a posição inicial do movimento e v_0 a velocidade inicial do móvel.

Caso o movimento não seja acelerado, teremos $a = 0$ e a função horária será reduzida a:

$$x(t) = x_0 + vt$$

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Cenário de aplicação

A Sequência Didática foi aplicada em cinco turmas do 1º Ano do Ensino Médio (1ºA, 1ºB, 1ºC, 1ºD e 1ºE) do turno matutino, cada uma possuindo em média quarenta alunos matriculados, com faixa etária variando dos 14 e 17 anos. A maior parte dos alunos de 1º Ano recebidos pela escola são egressos da rede municipal de ensino da cidade de Caucaia, sendo os demais alunos egressos de escolas de pequeno porte da rede particular. São oriundos de escolas da Grande Jurema, que é composta pelos bairros Marechal Rondon, Araturi, Nova Metrópole, Conjunto Metropolitano, Parque Potira, Parque das Nações, Parque Albano, Conjunto São Miguel e Toco.

As turmas do 1º Ano do turno da manhã apresentam baixo nível de evasão escolar se comparadas às turmas dos turnos da tarde e noite. A escola parece destinar suas vagas do turno da manhã para os alunos que chegam com o melhor histórico escolar, pois estes são os primeiros a serem matriculados. Uma particularidade das turmas, que parece ser reflexo de uma prática da Gestão da escola, é matricular primeiro os alunos que estão na faixa etária adequada para as séries. Assim, o 1º Ano A será mais homogênea nesse aspecto e terá mais alunos dentro da faixa etária adequada para a série que o 1º Ano E, por exemplo. O turno da tarde (1ºF, 1ºG, 1ºH e 1ºI) parece ter recebido os alunos que o turno da manhã, com suas particularidades, não suportaria. O turno da noite (1ºJ) recebe, em sua maioria, alunos que trabalham o dia inteiro. Os fatores acima elencados parecem influenciar fortemente o desempenho escolar dos alunos, que costumam obter melhores resultados em aprendizado no turno da manhã.

A Sequência Didática proposta neste trabalho foi aplicada apenas uma vez por turma durante a aula em que introduzi o conceito de Velocidade Média, nas cinco turmas de 1º Ano do turno da manhã, no decorrer de uma aula de cem minutos. Nos parágrafos a seguir, trarei minhas impressões sobre a aplicação, pontuando as dificuldades enfrentadas e as estratégias utilizadas para contorná-las.

4.2 Aplicação do Produto Educacional

O momento de Contextualização era realizado enquanto os alunos ainda se encontravam dispersos, mas com o tempo conseguia-se silêncio. Alguns alunos prestavam atenção à exposição, enquanto outros se recusavam a participar. Dado o perfil das turmas em que apliquei o produto, conseguir a atenção total da turma seria tarefa muito difícil. Alguns alunos resistem veementemente a participar de qualquer atividade. Nas turmas em que enfrentei menos problemas de indisciplina, aquelas em que os alunos se encontram na faixa etária adequada para a série (1ºA e 1ºB), a formação de equipes se mostrou eficaz, contribuindo notavelmente para a participação de um maior número de alunos. Nestas turmas, percebi que alunos menos participativos se engajavam melhor nas discussões. Já nas outras (1ºC, 1ºD e 1ºE), a indisciplina de parte da turma e a resistência a formar equipes, por vezes, levou-me a improvisar na aplicação, buscando promover um ambiente em que os alunos se mostrassem mais confortáveis. Insistir na formação de grupos, nesses casos, apenas tomaria tempo de aula, inviabilizando a realização dos demais momentos. De qualquer maneira, não formar equipes não influenciou negativamente o andamento da aula em si. A quantidade e a qualidade das contribuições dos alunos durante o momento de integração nas aulas em que os alunos formaram equipes não apresentou diferenças significativas em relação às aulas em que a resistência ao trabalho em grupo me levou a deixar os alunos mais à vontade. Nestes casos, eu deixava claro que os alunos poderiam discutir entre si se assim quisessem.

Tratar de situações problema que estivessem inseridas no cotidiano dos alunos mostrou-se uma maneira eficaz de chamar a atenção dos alunos. Durante as explanações, eu fazia questão de circular por toda a sala, pois assim teria como perceber quem estava prestando atenção ao que estava falando. Percebi que a atenção que recebia naquele momento não era conseguida por mim quando conduzia aulas mais tradicionais, nas quais apresentava situações genéricas e desconectadas do cotidiano dos alunos, como por exemplo as situações problemas trazidas pelo livro didático. Fazer indagações sobre a rotina dos alunos e explorar na contextualização situações concretas de seu cotidiano parece ter determinado nos alunos uma mudança de postura durante as aulas. Como exemplo, posso citar a análise de uma situação familiar a todos os alunos: o deslocamento de casa até a escola. Neste

exemplo, tratei de explorar o fato de que os alunos vivem as diferenças, pois em uma mesma turma encontraremos alunos que moram tanto próximo quanto longe da escola. Alunos que vão para a escola caminhando, de bicicleta, ônibus etc. Nesse caso concreto, os alunos foram levados a pensar suas rotinas, comparando-as com as dos colegas, da perspectiva de uma aula de física. Descobriram que quando vão de casa para a escola, realizam um *deslocamento escalar*, e que tal deslocamento dura um *intervalo de tempo*, que é diferente a depender do meio de transporte escolhido. Assim, os alunos pensavam o conceito de velocidade média a partir de suas vivências.

As conversas paralelas e a dispersão dos alunos em atividades alheias à aula são dificuldades crônicas enfrentadas nas turmas em que apliquei o produto. No entanto, aos poucos, a curiosidade dos alunos com relação às situações discutidas parecia despertar e eu percebia uma maior parcela da turma envolvida neste momento. Mesmo nas turmas mais trabalhosas foi perceptível a maior participação, em que pequenos grupos se formam com alunos que demonstram interesse pela aula.

Ao ver-me satisfeito com o momento de contextualização, surgia como novo desafio motivar a turma a participar ativamente do momento de Interpretação, onde eu iria fazer uma sondagem dos saberes prévios dos alunos com base na maneira como eles pensam o mundo que os cerca. Este momento demanda dos alunos uma participação ativa. Como exemplo, eu cito a experiência sobre o tema *Velocidade Média*: Eu circulava pela sala de aula lançando perguntas tais como “o que é velocidade?”, “o que você acha que é velocidade?”, “como você explicaria a uma criança o que é velocidade?”, “em que situações do seu cotidiano você usa a palavra velocidade?”, “quando você ouve a palavra velocidade, o que vem à sua mente?”. Procurava deixar claro que o objetivo daquele momento era captar a linguagem e as percepções dos alunos sobre o tema, e que não havia ali preocupação com respostas com rigor formal. Escrevia a palavra velocidade no quadro e ia tomando nota das contribuições que ouvia da turma.

Nas turmas em que foram formadas equipes, percebi um bom nível de cooperação entre os componentes, embora tenha ficado aquém da minha expectativa, já que nem todos os componentes participavam ativamente. Os alunos respondiam às perguntas, sempre com sua linguagem própria, e contribuíam para a construção do *mapa mental* da turma, que é a finalidade deste momento. Nas turmas em que as

dificuldades de organização me conduziram ao improviso, abrindo mão da formação de equipes, o envolvimento dos alunos durante este momento foi similar ao observado com os grupos, apenas em menor número. Seria desejável contar com a participação de mais alunos, assim como percebido com as equipes. No entanto, a quantidade e qualidade das contribuições nessas turmas se mostrou muito similar. Os alunos apreciaram o desafio de explicar os conceitos a sua maneira, já que em uma aula tradicional seriam meros receptores das informações passadas pelo professor.

A cada contribuição pertinente dada pelos alunos, questionava se mais alguém concordava ou poderia complementar. Cada expressão utilizada pelos alunos para responder às perguntas provocadoras era analisada de modo a buscar uma relação com o tema da aula. Por exemplo, se algum aluno falava a palavra “correr”, logo a turma era indagada do porquê aquele termo estava relacionado com o conceito de velocidade, gerando uma discussão sobre o que significa o ato de correr, e qual sua relação com um deslocamento que é realizado em certo tempo. Houve um cuidado para não formalizar os conceitos neste momento. Os alunos foram incentivados a permanecer com seu livro didático fechado, e suas respostas deveriam ter origem em suas vivências. O mais importante deste momento era perceber como os alunos se referiam aos conceitos envolvidos nas perguntas iniciais com suas próprias linguagens.

As expressões utilizadas pelos alunos eram então dispostas no quadro em torno do tema central da aula de uma maneira que fosse possível criar entre elas conexões. Durante a discussão, novos termos surgiam, que eram relacionados aos anteriores e permitiam criar um mapa mental, que apresentava um fluxo de ideias em torno do tema central. Tal fluxo refletia a maneira como aquela turma compreendia o tema, de modo que ao final do processo seria possível, a quem dele participou, construir um conceito para o tema da aula, que seria peculiar àquela turma. O mapa mental de uma turma era único e registrava como aquele grupo de alunos compreendia aqueles conceitos. Na Figura 6 temos um exemplo da primeira tentativa de construção de um mapa mental com uma das turmas.

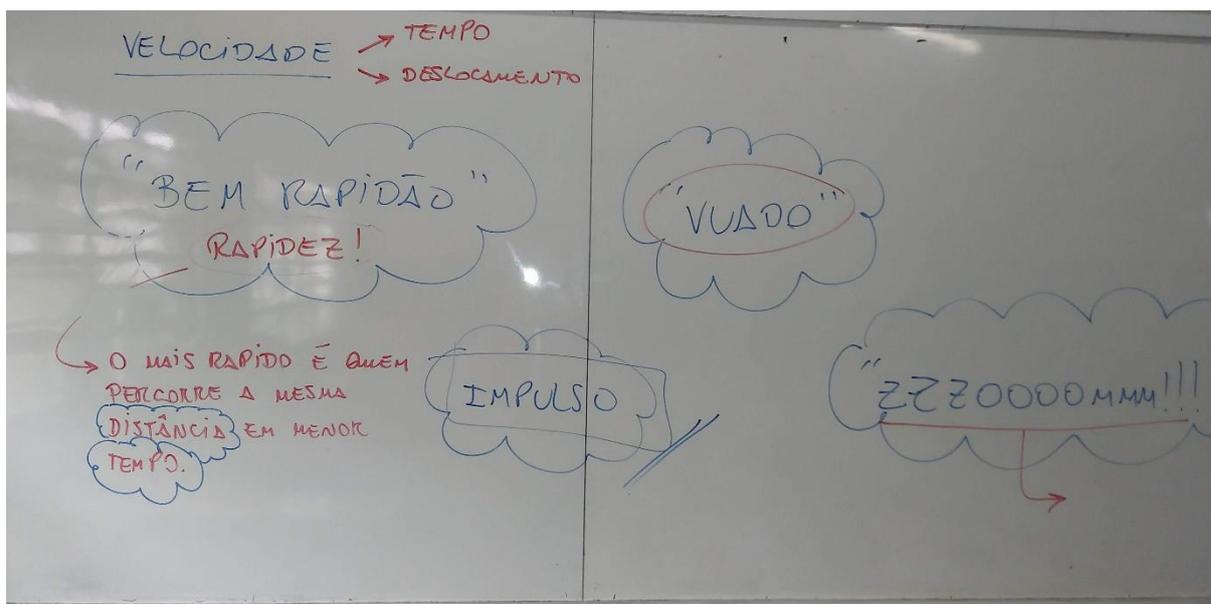


Figura 6. Mapa Mental do 1º Ano A. Primeira aplicação do produto.

Fonte: Próprio autor (2019)

Podemos observar na Figura 6 um exemplo de como aquela turma pensava o conceito de velocidade naquele momento. Expressões como “bem rapidão” e “vuado” nos permitem perceber como os alunos daquela turma pensam o conceito de velocidade de acordo com sua linguagem própria. Aparentemente, eles já associam a velocidade à rapidez. A expressão “zzzooomm!!!”, uma onomatopeia, parece exprimir um zumbido característico de um veículo que passa por nós em alta velocidade. É possível inferir da Figura 6 que os alunos estão utilizando suas experiências cotidianas, carregadas de estímulos visuais e sonoros, para expressar a ideia que fazem do conceito de velocidade. Assim, foi possível perceber que os alunos já relacionavam o conceito de velocidade a um deslocamento realizado em um certo intervalo de tempo, e na Figura 6 está a maneira de eles dizerem isto.

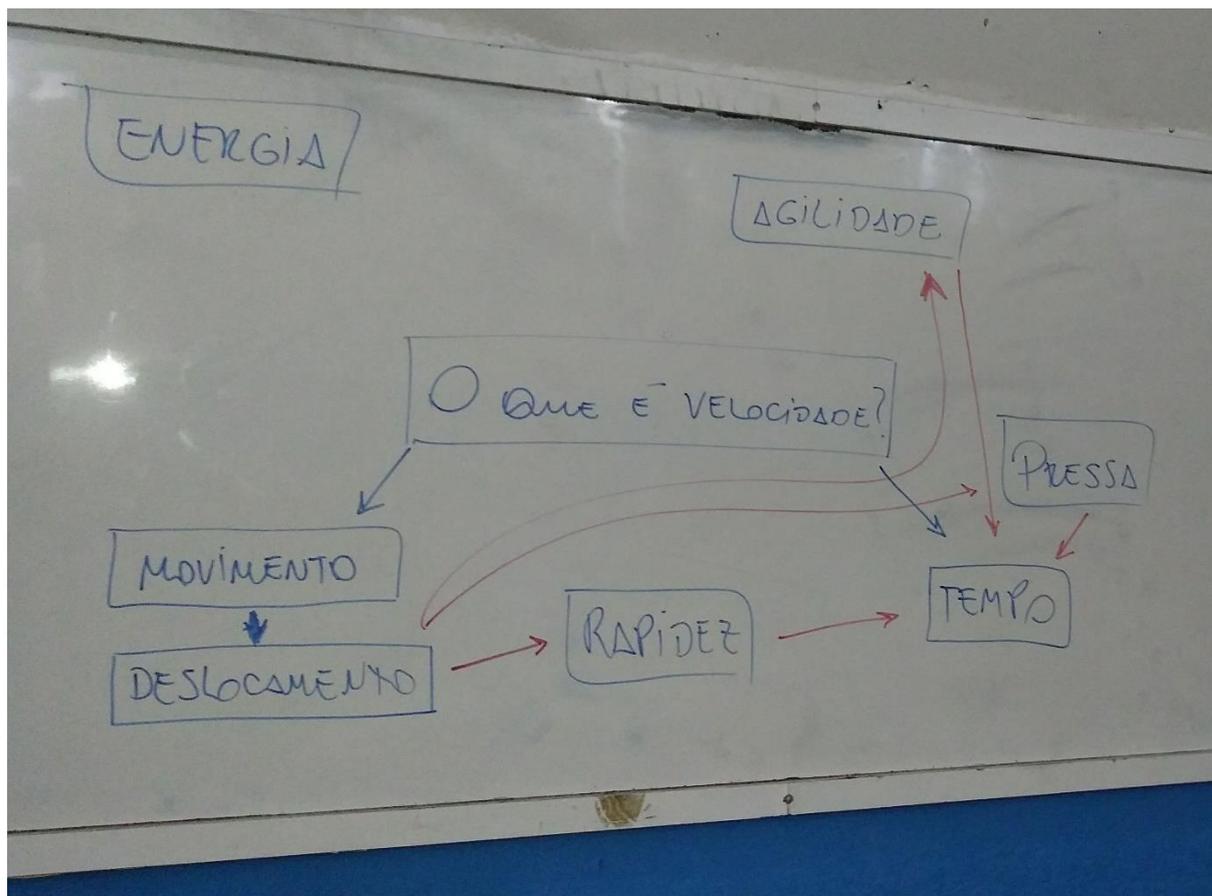


Figura 7. Mapa Mental do 1º Ano D. Uso de Perguntas diretas.

Fonte: Próprio autor (2019)

Na Figura 7 temos o mapa mental do 1º Ano D onde escrevo no quadro a pergunta “O que é velocidade?”, que gerou uma discussão sobre o que os alunos achavam ser velocidade, e que situações cotidianas os faziam lembrar da palavra *Velocidade*. Percebemos que há mais uma vez a relação entre velocidade e rapidez, associando também a velocidade à pressão para realizar tarefas e à agilidade de movimentos. Neste caso, um dos alunos mencionou a palavra *energia*, que não foi conectada à *velocidade* neste momento porque a turma ainda não havia sido apresentada ao conceito de energia. Deixei claro que a *velocidade* está intimamente ligada a um tipo de energia chamada *Energia Cinética*, mas que esse conceito seria tema de aulas futuras. Nesta aplicação, diferente da aplicação no 1º Ano A, optei por escrever no quadro uma pergunta direta. Os alunos fizeram uma associação direta do conceito de velocidade com as ideias de pressão, agilidade e rapidez, que foram exploradas da perspectiva do tempo que duram os movimentos cotidianos.

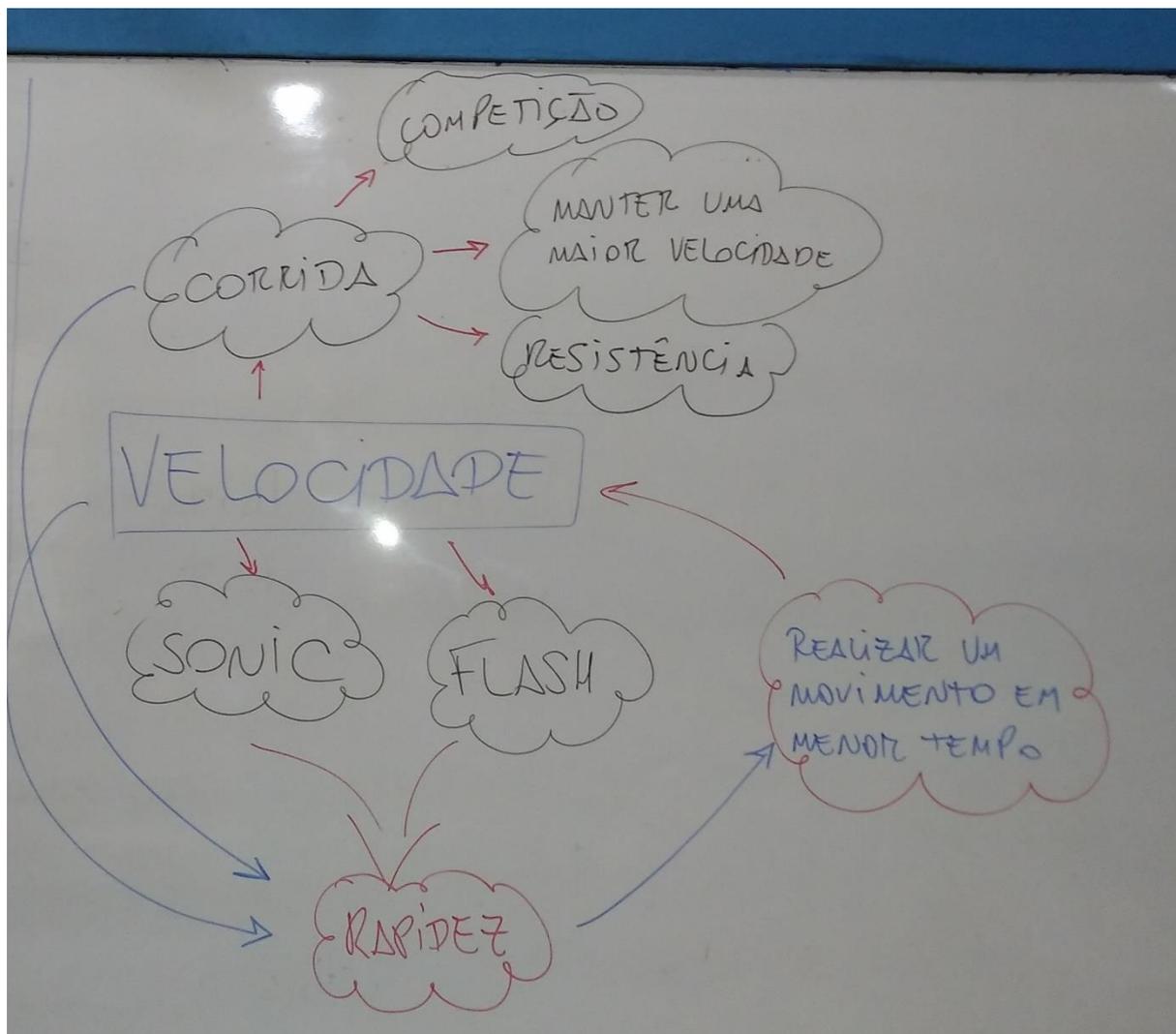


Figura 8. Mapa Mental do 1º ano E. A influência das histórias em quadrinhos e dos jogos eletrônicos.
Fonte: Próprio Autor (2019)

Na Figura 8, mapa mental do 1º Ano E, percebemos mais uma vez a relação entre o conceito de Velocidade e a ideia de rapidez, com a menção ao personagem de história em quadrinho *The Flash* e ao personagem de jogos eletrônicos *Sonic*, que são notórios em seus mundos ficcionais por serem capazes de se locomover em altas velocidades. Assim, percebi que o momento de Interpretação contribuiu para que eu avaliasse como os alunos pensavam o conceito de *Velocidade* a partir de suas vivências, adentrando em seus interesses particulares, e que as ideias necessárias para a compreensão do conceito formal de *Velocidade* já permeavam suas mentes, pois estão presentes nos enredos que chamam a atenção dos jovens, mesmo na qualidade de entretenimento.

O momento de Formalização era marcado pela apresentação de um mapa conceitual feito por mim apresentando os conceitos formais e equações matemáticas envolvidos no estudo do tema central da aula. Como este momento era caracterizado pela forte semelhança com as aulas tradicionais, não despertava especialmente a atenção dos alunos. Ao contrário, percebi que se me visse a explicar em demasia os conceitos formais, perderia o engajamento da turma naquilo que eu estava propondo. No entanto, este momento era de fundamental importância, pois os conceitos formais que deveriam ser apropriados pelos alunos estavam ali. Porém, essa apropriação da linguagem formal é o objetivo do próximo momento da aula, em que seria feita a Comparação entre os saberes prévios evidenciados no momento de Interpretação e os saberes formais apresentados no momento de Formalização. Nas figuras a seguir apresento exemplos de mapas conceituais apresentados às turmas neste momento.

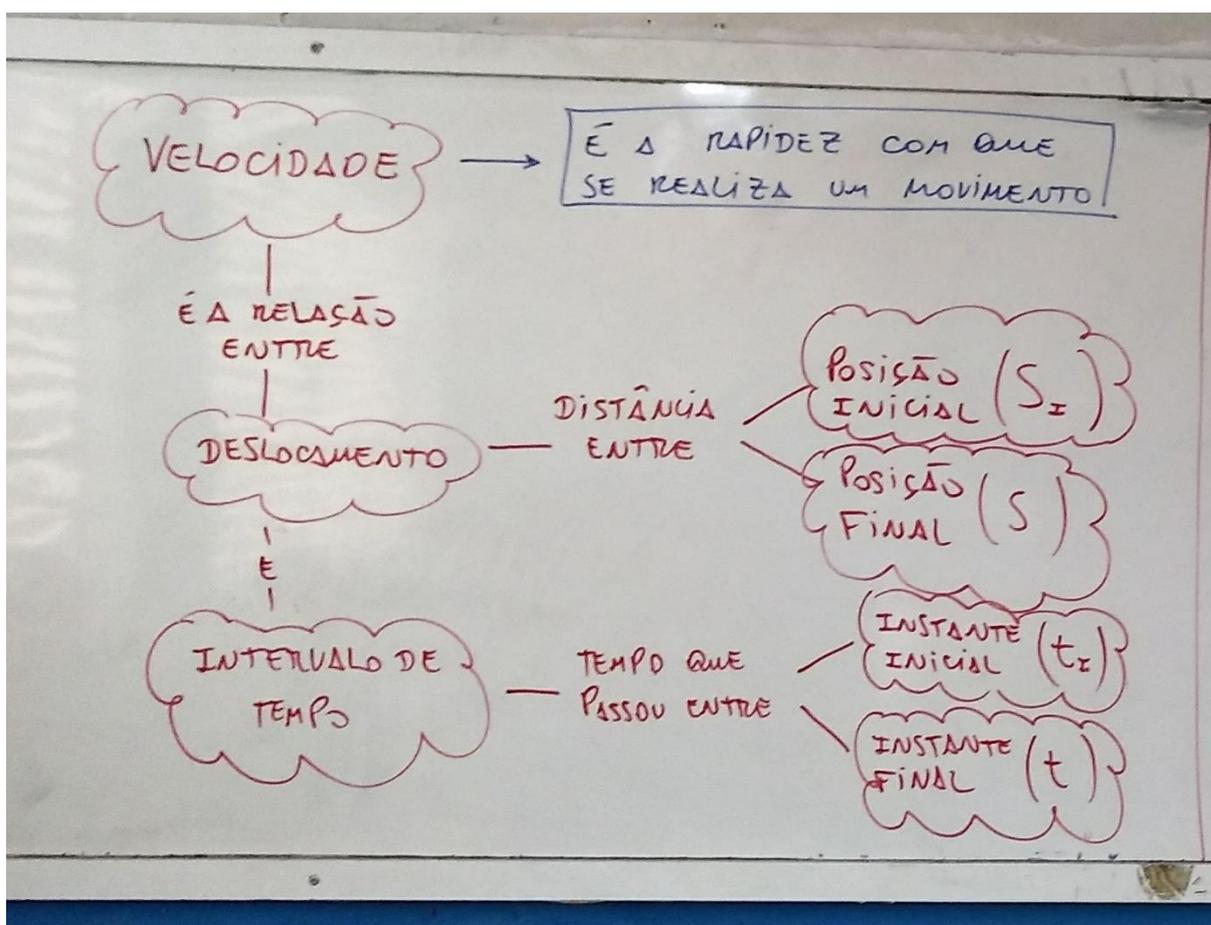


Figura 9. Mapa Conceitual apresentado ao 1º Ano A

Fonte: Próprio autor (2019)

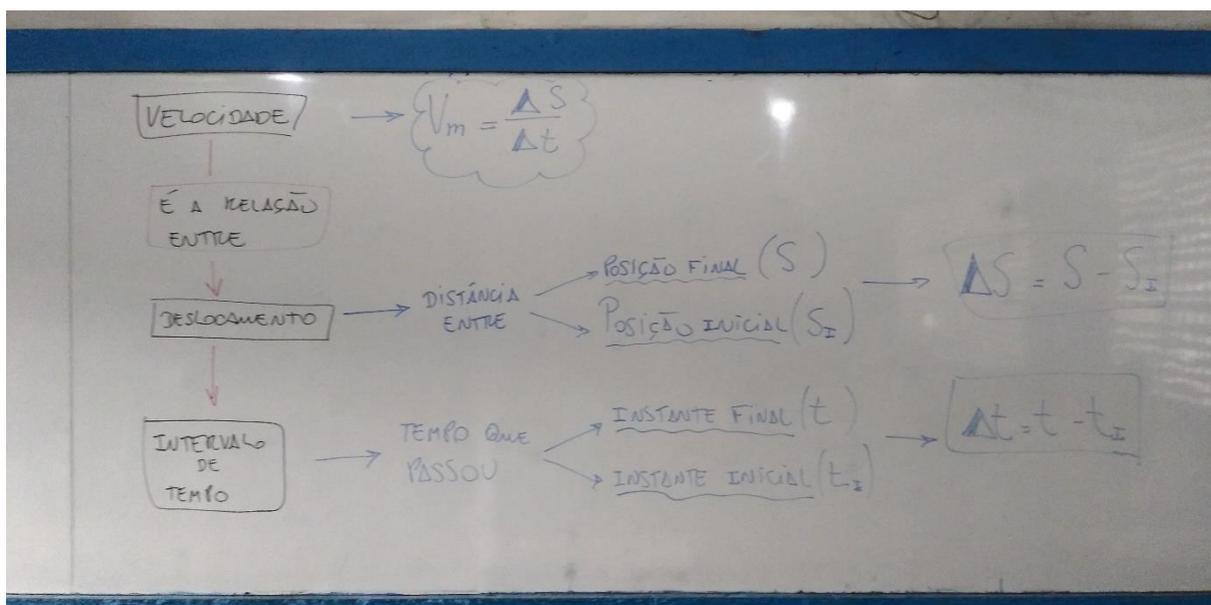


Figura 10. Mapa Conceitual apresentado ao 1ª Ano E

Fonte: Próprio autor (2019)

Nas Figuras 9 e 10 temos mapas conceituais apresentando a Velocidade Média como uma relação existente entre um Deslocamento Escalar e um Intervalo de Tempo.

Durante o momento de Comparação, as expressões utilizadas pelos alunos para descrever inicialmente o tema da aula eram associadas a conceitos formais, buscando proporcionar ao aluno a percepção de que aqueles conceitos tratados em sala de aula e que constam no livro didático já faziam parte do seu cotidiano. Neste momento o aluno deve perceber que sua vida diária não está tão longe da sala de aula como até ali ele imaginou. Este momento dá ao aluno a oportunidade de agregar a seu repertório uma linguagem que ele considerava difícil e sem aplicações práticas em sua vida. Essa nova percepção do mundo a sua volta possui potencial para modificar a forma como o aluno se vê, melhorando sua autoestima. Ao se ver capaz de compreender a linguagem científica e relacioná-la com os fenômenos que observa diariamente, criam-se possibilidades variadas de aprendizado. Na Figura 11, temos um exemplo de comparação entre um Mapa Mental feito juntamente com o 1º Ano B e um Mapa Conceitual preparado por mim. A rapidez mais uma vez foi associada à ideia de velocidade com a menção ao recordista olímpico da prova dos 100 metros rasos *Usain Bolt* e ao raio (ou relâmpago) que se observa nos céus em tempestades elétricas. Discutimos também o porquê de uma motocicleta ser mais rápida no trânsito

urbano que um carro de passeio ou um ônibus, e mais uma vez houve menção ao personagem de histórias em quadrinhos *The Flash*, que tem na sua velocidade um superpoder.

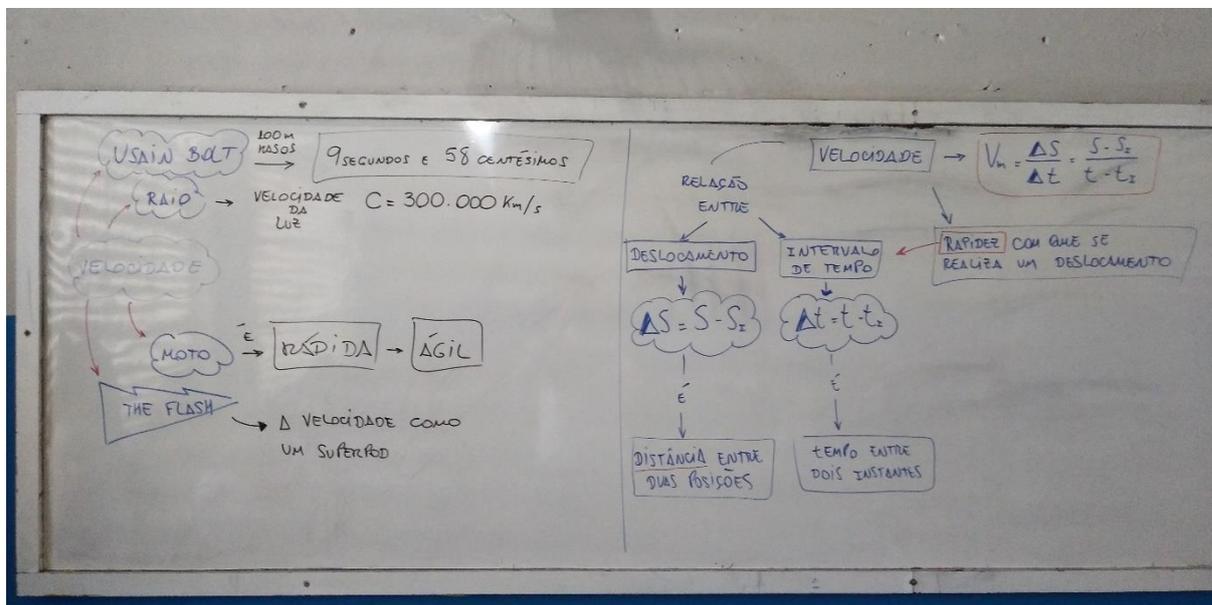


Figura 11: Momento de Comparação aplicado no 1º Ano B: Mapa Mental x Mapa Conceitual

Fonte: Próprio Autor (2019)

No momento de Transferência, procurei ampliar o campo de visão dos alunos a respeito das ciências ao apresentar aplicações dos conceitos vistos e aplicados em situações completamente diferentes daquelas trazidas até então. Este momento buscou demonstrar que aquilo que até ali vinha sendo discutido como tendo relação com o cotidiano dos alunos, pode ser aplicado nas mais diversas realidades, inclusive com outras disciplinas do currículo escolar. Demonstrei que os conhecimentos que ele acabou de adquirir observando sua realidade local, poderia ser testado utilizando em outras escalas, relacionado aos avanços da tecnologia de que ele dispõe e tornam nossas vidas mais confortáveis.

As discussões suscitadas aqui devem transbordar a Física e devem ser trabalhadas com ênfase na nossa relação com o conhecimento científico, chamando a atenção para a responsabilidade dos indivíduos sobre a produção do conhecimento e suas consequências. Deve-se procurar despertar a curiosidade dos alunos, tratando de temas que os interessem, sempre apresentando a perspectiva do conhecimento científico estabelecido sobre temas polêmicos, salientando a importância do conhecimento do método científico para sua vida prática, e buscando fornecer

subsídios para que sua reflexão do mundo vá além das amarras do senso comum. O conhecimento adquirido deve contribuir para que o indivíduo ganhe autonomia, sentindo-se capaz de tomar melhores decisões que impactam sua vida em particular e toda a sociedade em geral.

Os alunos mostraram-se bastante interessados neste momento da aula, pois estavam vivendo uma discussão do uso prático daquele conhecimento a eles apresentado em situações nas quais eles jamais haviam considerado. Discutimos a exploração espacial feita pela empresa privada *SpaceX*, em uma das aulas, que levou a uma situação bastante curiosa: ao explicar como se davam os lançamentos de foguetes, ilustrei no quadro um *Ônibus Espacial*, expliquei a diferença entre os tipos de propulsores da nave, a diferença entre propelente sólido e líquido, tratei dos riscos e custos das missões, dos acidentes que levaram o programa ao fim etc. Para a minha surpresa, nenhum dos alunos que prestavam atenção ao que eu falava, sabiam do que se tratava. Na falta de melhores recursos, com meu próprio *Smartphone*, busquei vídeos de lançamentos dos foguetes reutilizáveis *Falcon*, da *SpaceX*, para mostrar para pequenos grupos que se formaram. Discutimos as diferenças entre os programas espaciais governamentais e os programas espaciais privados, as possibilidades de colonização do planeta *Marte*, os benefícios e riscos que o desenvolvimento tecnológico da nova corrida espacial etc. Tratamos, também, dos diferentes padrões migratórios de aves, os grandes felinos e suas técnicas de caça, a Física envolvida nas provas de atletismo, os veículos elétricos autônomos e seus benefícios para o meio ambiente, entre outros temas.

O acesso a meios digitais de exposição ou manipulação de conteúdos, tais como *Notebooks*, *Tablets*, *Smartphones*, *Simulações Computacionais*, *Data Shows*, *Lousas Digitais* etc, associados a uma conexão de internet de banda larga, certamente tornariam os momentos propostos mais dinâmicos e interativos. O uso de tais recursos aplicados à sequência didática poderá servir de estímulo para a continuidade dos meus estudos, servindo, ainda, de sugestão aos colegas professores que manifestarem interesse por esta proposta.

O momento de Verificação buscou traçar um panorama da compreensão dos alunos dos conceitos principais a serem aprendidos. Os primeiros questionamentos traziam relação com as rotinas dos alunos. O objetivo era reforçar a ideia de que aqueles conceitos estavam presentes em seu dia a dia. Na aula sobre Velocidade,

pedi para que listassem momentos de suas rotinas, estimando o intervalo de tempo dedicado a cada um. Assim, os alunos veriam o conceito de intervalo de tempo aplicado a seu cotidiano. Pedi, também, para que listassem os principais deslocamentos feitos por eles em seu dia a dia. Novamente, os conceitos de *Posição* e *Deslocamento* estariam inseridos em suas vivências. Uma outra questão pedia para que os alunos pensassem que veículos eles viam em movimento em seu dia a dia, e pedia para que eles os pusessem em uma lista crescente de Velocidade Média. Neste momento o aluno estaria relacionando a velocidade do veículo à sua rapidez. Isto era desejável, uma vez que a velocidade pode ser definida como a rapidez que se realiza um deslocamento. Somente após a verificação de que o aluno teria compreendido em sua prática, de modo qualitativo, os conceitos de Deslocamento Escalar, Intervalo de Tempo e Velocidade Média, ele era provocado a resolver questões quantitativas, que envolvessem os cálculos necessários. E para a minha surpresa, no decorrer do momento de Verificação, alguns alunos me consultavam sobre quais seriam as respostas para as outras questões com os valores por mim previstos quando as elaborei. Ou seja, os alunos conseguiram resolver as questões do exercício sem a minha ajuda.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho foi desenvolvido de acordo com os objetivos do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), com o intuito de produzir uma ferramenta didática para o ensino de física, com atenção especial a conceitos essenciais ao estudo da cinemática, que não têm sido satisfatoriamente compreendidos pelos meus alunos a partir de uma abordagem tradicional. Como o primeiro contato dos meus alunos com a Física se dá pelo estudo dos movimentos através da cinemática, não a compreender adequadamente pode produzir uma resistência ao estudo da Física em todo o Ensino Médio. Com a finalidade de tornar a aprendizagem de física mais envolvente, busquei trabalhar, mesmo sem me valer de recursos digitais ou tecnológicos de qualquer natureza, estratégias que aproximassem os conceitos trabalhados em sala de aula das vivências dos alunos.

Deixar de lado o material didático tradicional, que notadamente não considera as especificidades locais, e trabalhar com situações familiares aos alunos se mostrou uma estratégia bem-sucedida. As dificuldades enfrentadas em sala de aula, como discutidas no capítulo dois, não desapareceram simplesmente por eu estar utilizando uma abordagem didática diferente. Porém, o envolvimento dos alunos durante os momentos propostos para a aula foi notavelmente mais intenso do que nas minhas experiências anteriores. A busca constante pelo diálogo com os alunos e a utilização de exemplos que envolvessem situações corriqueiras, contribuiu para que os alunos prestassem mais atenção às aulas.

O presente trabalho buscou dar aos alunos uma oportunidade de ver a Física como algo presente em seu cotidiano, trabalhando com ênfase no tratamento de situações vividas pelos alunos diariamente. Essa abordagem acabou por aproximar a turma do professor, na medida em que os alunos se sentiram confortáveis para expressar suas formas de ver o mundo, receptivos às minhas intervenções, onde eu buscava aproximar suas formas de pensar os fenômenos da maneira peculiar que o método científico os descreve.

Como esperado, o tema central da aula era, com frequência, deixado de lado. As discussões rapidamente conduziam a reflexões sobre os impactos do uso das tecnologias em nossas vidas, o uso responsável dos avanços científicos, sua

repercussão sobre o meio ambiente, as pseudociências da moda, teorias de conspiração, ficção científica etc. Cada discussão permitia uma troca de experiências que contribuía para que os indivíduos que saíssem daquela sala de aula fossem, felizmente, diferentes dos que entraram.

A Sequência Didática foi pensada inicialmente para ser aplicada em uma aula de cem minutos de duração. No entanto, o aproveitamento do tempo foi diferente em cada turma. Houve casos em que a organização de grupos tomou muito tempo, levando-me a improvisar, abrindo mão do trabalho colaborativo a bem da fluidez da aula. Nestes casos, deixei os alunos a vontade, o que não gerou prejuízo no andamento dos demais momentos da aula. Percebi que a melhor forma de organização é aquela que permite ao professor cadenciar a aula mantendo os alunos envolvidos nas discussões pertinentes aos conceitos a serem aprendidos. Associo as dificuldades encontradas por mim no trabalho em grupos à minha ignorância relativa à *Aprendizagem Colaborativa*. Visto que pensei a formação de grupos apenas como forma de melhor organizar a turma, e não como parte da metodologia do trabalho. Avançar sobre a literatura disponível sobre o tema poderá me levar a repensar toda minha sequência didática e serve como motivação para continuar o trabalho.

Em outras circunstâncias, o momento de Transferência se estendeu em demasia, visto que as discussões sobre os impactos dos avanços da ciência e da tecnologia em nossas vidas tendem a tomar diferentes rumos sem passarmos perto de esgotar o assunto. Diante disto, percebo que devo reconsiderar o tempo de aplicação da sequência didática, podendo adaptá-la no futuro de maneira a extrair o máximo aproveitamento de cada momento, deixando-os mais atrativos e dinâmicos para os alunos, e menos cansativos para o professor. Considerarei, inicialmente, a possibilidade de experimentar a Sequência Didática em duas aulas de cem minutos, abordando outros temas do currículo.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David P., NOVAK, Joseph D., HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva, Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Brasília: 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 10 de ago. de 2019.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.
- BUZAN, Tony. **Mapas mentais e sua elaboração**: um sistema definitivo de pensamento que transformará a sua vida. São Paulo: Cultrix, 2005.
- BYBEE, R.W.e DeBoer, G.E. **Research on Goals for the Science Curriculum**, In: Gabel, D.L.(ed.), Handbook of Research in Science Teaching and Learning, New York, McMillan, 1994.
- CHASSOT, A. I. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Revista Brasileira de Educação, São Paulo, v. 23, n. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>: Acesso em: 10 ago. 2019.
- DECLARAÇÃO DE BUDAPESTE, **Declaración sobre la ciência y el uso del saber científico**, 1999. Disponível em http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm, acesso em: 10 ago 2019.
- DÍAS, J.A.A., ALONSO, A.V. e MAS, M.A.M. **Papel de la Educación CTS en una Alfabetización Científica y Tecnológica para todas las Personas**, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v.2, n.2, 2003.
- GOUVEIA, M. S. F. **Cursos de ciências para professores de 10 grau**: elementos para uma política de formação continuada. Tese (Doutorado) Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1992.
- MOREIRA, M. A. **O que é, afinal, aprendizagem significativa**. Material de apoio aula inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais. UFMG, Cuiabá, MT, 2010. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2019.
- MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília – UNB, 2006.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas**, 2013. Disponível em:

http://www.profjudes.unir.br/uploads/444444444/arquivos/TAS_1518397339.pdf.

Acesso em: 10 ago. de 2019

MOREIRA, M.A.; MASINI, E.F.S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo, 2006.

MOREIRA, M. A., & BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem**: os mapas conceituais e o Vê epistemológico. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.

MOREIRA, M. A. **Atividade docente na universidade**: alternativas instrucionais. Porto Alegre: Editora da UFRG, 1985.

NORRIS, S.P. e PHILLIPS, L.M. **How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy**, Science Education, v.87, n.2, 224-240, 2003.

NUSSENZVEIG, Herch Moyses. **Curso de física básica**: mecânica. Vol. 1. 4 ed. São Paulo: E. Blucher, 2002.

SCHUNK, Dale H. **Learning theories**: an educacional perspective. Boston: Pearson, 2012.

ZABALA, Antoni. **A Prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

PRODUTO EDUCACIONAL

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA: USO DE MAPAS MENTAIS E MAPAS CONCEITUAIS NO
AUXÍLIO À APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE VELOCIDADE
MÉDIA, COM FOCO NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

**AUTOR: ALEXANDRE BARATTA SANTANA
ORIENTADOR: PROF. DR. AFRÂNIO DE ARAÚJO COELHO**

**FORTALEZA
2019**

APRESENTAÇÃO

Caros(as) professores(as),

Como resultado da aplicação em sala de aula de uma abordagem didática que prezasse por motivar os alunos a participarem mais das aulas de física, relacionando os conhecimentos a serem aprendidos em sala com suas vivências, buscando assim melhorar seu aprendizado, disponibiliza-se este Produto Educacional na forma de uma Sequência Didática, detalhando os passos a serem seguidos para que qualquer professor possa aplicá-lo em sua sala de aula.

Esta Sequência Didática apresenta como sugestão um conjunto de momentos particulares para uma aula, que permitam ao professor explorar os conhecimentos de física que os alunos trazem de seu cotidiano, considerando traços de suas vivências e sua linguagem característica, com o objetivo de vencer a resistência que observamos por parte dos alunos às aulas de física e dando a eles uma chance de perceber que os conhecimentos adquiridos em sala de aula possuem conexão direta com suas vidas.

O cuidado dedicado à descrição de cada momento das aulas deve permitir sua aplicação nos mais diversos cenários e contextos. O objetivo deste material é servir de sugestão à profissionais da educação, em particular professores de física, que busquem meios promover um maior envolvimento de seus alunos em suas aulas, melhorando como consequência seu aprendizado e seu relacionamento com o mundo que os cerca.

O papel sugerido neste trabalho ao professor vai muito além de seguir seu passo a passo. Não há aqui uma receita pronta para uma aula significativa. Caberá ao professor fazer as adaptações que julgar necessário para adequar a sequência à sua necessidade. Sugerimos fortemente que o professor esteja envolvido com a comunidade escolar, de forma a conhecer traços comuns do cotidiano de seus alunos que possam ser trabalhados em suas aulas de física de forma a dar significado àquele conhecimento. A proposta de Sequência de Didática apresentada traz como tema Velocidade Média, abordado durante os estudos iniciais da Cinemática, que é de suma importância para a compreensão de toda a Mecânica Clássica. Porém, esta Sequência Didática é uma sugestão de abordagem que pode ser aplicada com qualquer ramo da Física.

SUGESTÃO METODOLÓGICA

Com o intuito de dar aos alunos os subsídios que os permitissem ver o mundo que os cerca como uma consequência do desenvolvimento do conhecimento humano, do avanço das ciências e das tecnologias, nos esforçaremos para sensibilizá-los de que os princípios físicos apresentados em sala de aula já permeiam seu dia-a-dia, e que apenas não se apoderaram deles ainda de um ponto de vista formal. Para tanto, devemos buscar aproximar os saberes prévios dos alunos, oriundos do senso comum, da linguagem científica, discutindo suas implicações e práticas sociais.

Ao investigar a forma como os alunos se referem aos fenômenos observados em seu cotidiano com uma linguagem própria, buscaremos promover a alfabetização científica ao apresentar a linguagem científica formal, o método científico e o modo de pensar a natureza característico das ciências.

As aulas foram divididas em seis momentos:

Contextualização: Momento de abordar o tema da aula explorando situações do cotidiano dos alunos.

Interpretação: Momento para fazer um levantamento dos saberes prévios dos alunos.

Formalização: Momento para apresentar o tema da aula da perspectiva do conhecimento formal.

Comparação: Momento de relacionar os saberes prévios dos alunos sobre o tema da aula com os respectivos conceitos formais.

Transferência: Momento de apresentar aplicações práticas e diversas dos conceitos aprendidos.

Verificação: Momento de verificar se os saberes prévios dos alunos foram influenciados pelo contato com a linguagem científica.

MOMENTOS DA AULA

Contextualização (10 minutos)

Ao início da aula, oriente seus alunos a formarem equipes com o objetivo de incentivar a cooperação. Nossa experiência em sala de aula nos mostra que o trabalho em equipes sempre traz desafios. O objetivo da formação de equipes é promover um maior envolvimento dos alunos, pois sabemos que há alunos que se sentem inibidos em expor o que pensam diante de uma sala de aula cheia. Em equipes, os alunos têm a liberdade de trocarem ideias entre si, e sempre vai haver um mais desinibido para falar pelo grupo. Grupos com muitos componentes podem gerar dispersão e conversas paralelas, tirando os alunos do foco deste momento da aula, por isso a sugestão é trabalhar com grupos de quatro componentes. No entanto, sinta-se confortável para dispor sua turma da forma que julgar mais eficiente.

Este momento é crucial e deve ser conduzido com paciência pelo professor, pois o objetivo é o aprendizado, e nossa experiência nos mostra que o aluno aprende melhor quando está engajado nas atividades propostas. Seja qual for a disposição dos grupos, esteja sempre atento às contribuições que os alunos fizerem, sejam verbais, sejam escritas, pois tais contribuições serão importantes para o momento de Interpretação.

Enquanto os alunos se organizam, sem citar explicitamente o tema da aula, exponha situações problema relacionadas aos seus conceitos centrais, que sejam familiares aos alunos (na sala de aula, na escola e seu entorno, em casa etc.), descrevendo fenômenos e circunstâncias que provavelmente vivenciam e observam diariamente. Embora trabalhem com salas de aula heterogêneas em diversos aspectos (faixa etária, condição socioeconômica, etnia etc.), certamente existem traços da vida cotidiana dos alunos que são concorrentes. Busca-se expor cada situação da maneira mais variada possível, do maior número de perspectivas possíveis, com a finalidade de tornar a exposição bem abrangente e tangente às mais variadas realidades. Mas atenção! Procure conhecer as especificidades da comunidade escolar. Ao trabalhar o conceito de Velocidade Média, pode-se ilustrar o conceito tanto com o deslocamento diário feito pelos alunos caminhando de casa para a escola, como com um deslocamento de avião entre Fortaleza/Ce (Brasil) e Orlando/FL (Estados Unidos) que pode ter sido feito eventualmente em sua última

viagem de férias. Tenha a sensibilidade de perceber qual situação será reconhecida pela maior parte da turma como algo significativo e que faz parte de sua realidade.

Incentive seus alunos a exercitarem sua curiosidade, pois certamente eles observam fenômenos físicos que os afetam, intrigam-se com eles, mas podem não possuir o hábito de investigar o que há por trás desses fenômenos. Busque ilustrar para os alunos que o conhecimento formal que será apresentado já é utilizado por eles em seu cotidiano mesmo sem que saibam o porquê. Busque identificar, também, pontos polêmicos que surgirão no confronto entre o senso comum e o conhecimento formal, explorando-os de modo a estimular a curiosidade dos alunos. Espera-se que a maior parte da turma se veja representado nos exemplos, com os alunos percebendo que aquele momento da aula está conectado com suas vivências. À medida que os exemplos se tornam mais abrangentes, refletindo situações vividas pelo maior número possível de alunos, espera-se maior envolvimento da turma. Nunca é demais reforçar a importância de buscar conhecer particularidades da comunidade escolar. As situações problema devem explorar os impactos sociais envolvidos com os fenômenos investigados, gerando uma percepção de que aquele aprendizado tem potencial para gerar uma visão mais responsável das ações dos indivíduos.

Enquanto estiver a fazer sua exposição, percorra todo o espaço da sala de aula, dirigindo-se às equipes uma a uma, indagando os alunos, dentro do contexto do tema abordado na aula, sobre suas rotinas. Assim, poderá observar se a composição dos grupos está satisfatória, abordando de forma acolhedora os alunos que estão resistindo ao trabalho em grupo, mas sem gerar nenhum tipo de desconforto. Porém, sabemos que existem alunos que resistem veementemente ao trabalho em equipe. Nestes casos particulares, não vale a pena entrar em conflito. Considere que o objetivo é incentivar a participação de todos no momento de interpretação.

Interpretação (20 minutos)

Finalizada a Contextualização, apresente o tema da aula à turma com seus conceitos centrais e questione às equipes sobre seus significados, encorajando-os a tentarem explicar à sua maneira. Lance questionamentos como “o que você acha que é velocidade?”, “quando você escuta a palavra velocidade, o que vem a sua mente?”, “como você explicaria a uma criança pequena o que é velocidade?”, “em que situações do seu cotidiano você usa a palavra velocidade?”. Aos poucos os alunos passam a

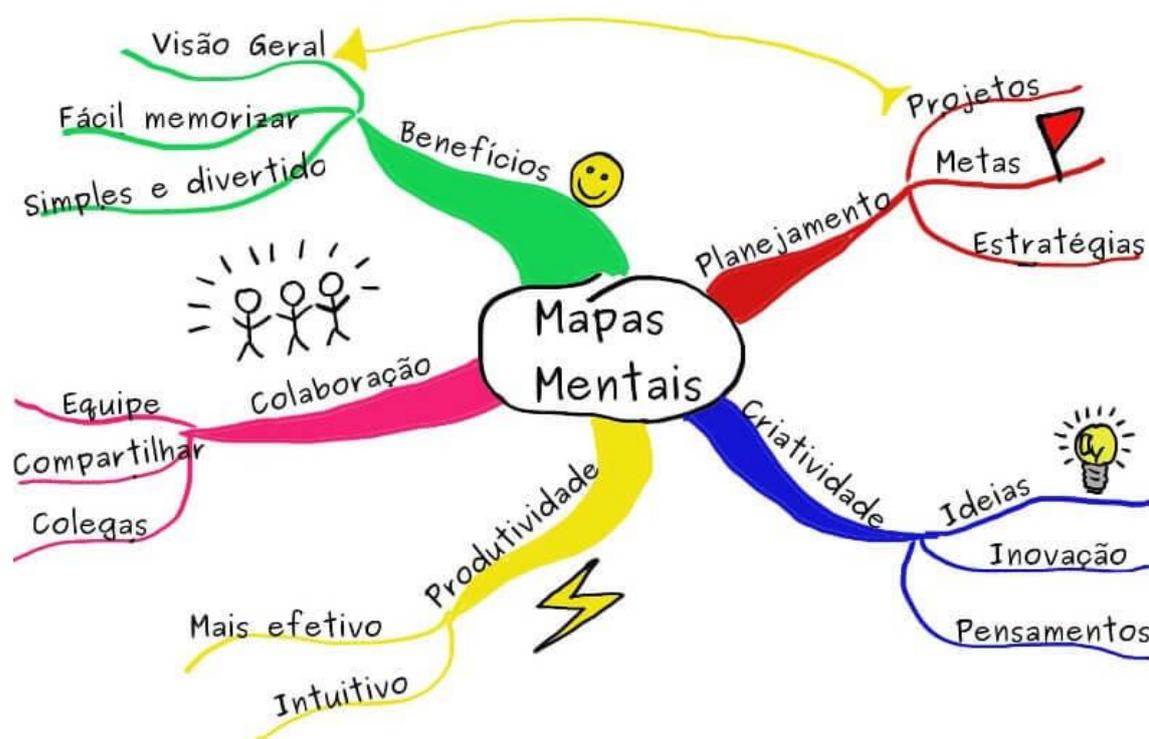
formular suas próprias explicações para os conceitos e fenômenos apresentados. Será comum ouvir referências a esportes, dança, super-heróis etc. Evite comentários negativos sobre contribuições que não pareçam imediatamente relacionadas aos conceitos desejados, pois isso desencorajaria a participação dos alunos. As equipes devem deliberar sobre os questionamentos, levando em consideração suas experiências e sua linguagem própria e formular suas próprias respostas. O uso da linguagem própria dos alunos na descrição dos conceitos dará a este momento um caráter lúdico, pois o esforço para explicar os conceitos à sua maneira, sem ainda ter o domínio da linguagem científica, levará os alunos a respostas completamente inusitadas.

Percorra a sala provocando e incentivando equipe por equipe a formular suas próprias respostas. Incentive a troca de informações entre as equipes, se julgar que isso possa ajudar o desenvolvimento dos grupos que apresentarem maior resistência ou dificuldade. O objetivo é envolver a maior parte da turma. Deve-se procurar gerar no aluno o desconforto de tentar explicar os fenômenos que observa em seu cotidiano com sua própria linguagem.

Deve-se explorar a linguagem própria dos alunos, pois é a partir dela que eles se conectam com o mundo e é em suas particularidades que o professor irá identificar se os saberes prévios necessários para a compreensão dos conceitos formais a serem apresentados no decorrer da aula estão presentes em suas mentes. Este diagnóstico é de suma importância, pois ajudará o professor a planejar o momento de Comparação.

Quando estiver satisfeito com a quantidade e qualidade das contribuições, deve buscar criar no quadro com o auxílio de toda a turma um mapa mental, que represente a forma como aqueles alunos percebem aqueles conceitos. Observamos que não é o propósito deste trabalho ensiná-lo a construir mapas mentais, que são sugeridos como ferramenta. Os mapas mentais são ferramentas de pensamento que permitem fazer uma representação do que se passa em nossa mente. É uma forma de organizar nossos pensamentos, encadeando o conhecimento de modo a otimizar o processo de aprendizado.

Deve-se procurar realizar conexões entre os termos utilizados pelos alunos para tentar explicar os questionamentos iniciais. Podemos apontar como principais vantagens do uso mapas mentais o fato de que, em sua construção, a ideia central é rapidamente percebida pela turma, que fará uma associação rápida do tema com conceitos imediatamente correlatos a ele, gerando uma cadeia de diferentes interpretações destes conceitos. Como podemos ver na Figura 1, cada nova ideia gera um novo ramo no mapa que levará a novas interpretações e pode levar a novos conceitos. As informações seguem um fluxo que se encaminha da ideia mais geral do tema central em direção às ideias mais específicas dos conceitos que são cumulativamente acrescentados. Todo mapa mental será reflexo do que um indivíduo ou grupo de indivíduos possuía em sua mente naquele instante, já que reflete o que se conhecia do assunto até ali. Uma vantagem da utilização de mapas mentais em sala de aula como ferramenta didática é o caráter lúdico de sua elaboração, diferenciando-se de atividades didáticas tradicionais e tornando aquele momento da



aula algo prazeroso.

Figura 1. Representação esquemática de um Mapa Mental

Fonte: (<https://www.proximosconcursos.com/como-criar-um-mapa-mental-efetivo/>)

Formalização (10 minutos)

Este momento se assemelha muito a uma aula tradicional, sendo extremamente importante para a apresentação dos conceitos formais, mas não devendo ser demasiado extenso. Seu objetivo é demonstrar a forma como os conceitos que os alunos trabalharam com linguagem própria no momento de Interpretação são tratados do ponto de vista formal. Os conceitos formais serão retomados no momento seguinte, Comparação. Estender-se muito neste momento poderá levar a uma dispersão dos alunos.

O professor deve apresentar um mapa conceitual previamente realizado por si, contendo o tema da aula, conceitos centrais e periféricos, assim como fórmulas matemáticas necessárias para a formalização do conteúdo de maneira expositiva, utilizando os recursos de que se puder lançar mão, buscando ser o mais objetivo possível. Neste momento o professor apresenta a linguagem científica formal trazida pelo material didático, dando ênfase à influência do método científico sobre a construção do conhecimento, citando e demonstrando (se possível) experimentos que contribuíram para a formulação das teorias e leis que servem de base sólida para o conhecimento ali exposto. Observamos que não é o propósito deste trabalho ensiná-lo a construir mapas conceituais, que são sugeridos como ferramenta.

Os Mapas conceituais são diagramas conceituais hierárquicos destacando conceitos de um certo campo conceitual e relações (proposições) entre eles. São uma forma de representar graficamente as relações existentes entre conceitos, ordenando-os de modo sequencial e hierarquizado, dos conceitos mais gerais e abrangentes até os conceitos mais específicos e menos inclusivos, visando auxiliar na organização dos conteúdos de ensino, proporcionando aos alunos condições mais adequadas à sua aprendizagem.

Os Mapas Conceituais, como vemos na representação esquemática trazida pela Figura 2, buscam indicar as relações existentes entre conceitos, que são destacados em quadros, ligando-os através de linhas e flechas, que buscam conectar e hierarquizar os conceitos, e palavras-chave, estimulando os alunos a fazerem suas próprias conexões e representações, apresentando o conteúdo em um novo arranjo, de modo a apresentá-lo como mais significativo no processo de ensino-aprendizagem.

Na construção de Mapas Conceituais, exige-se que os temas abordados sejam apresentados de maneira distinta de uma aula tradicional. Valendo-se da

diferenciação progressiva, os conceitos mais gerais são reordenados e retrabalhados de forma a dar origem a novos conceitos, estes mais específicos e menos inclusivos.

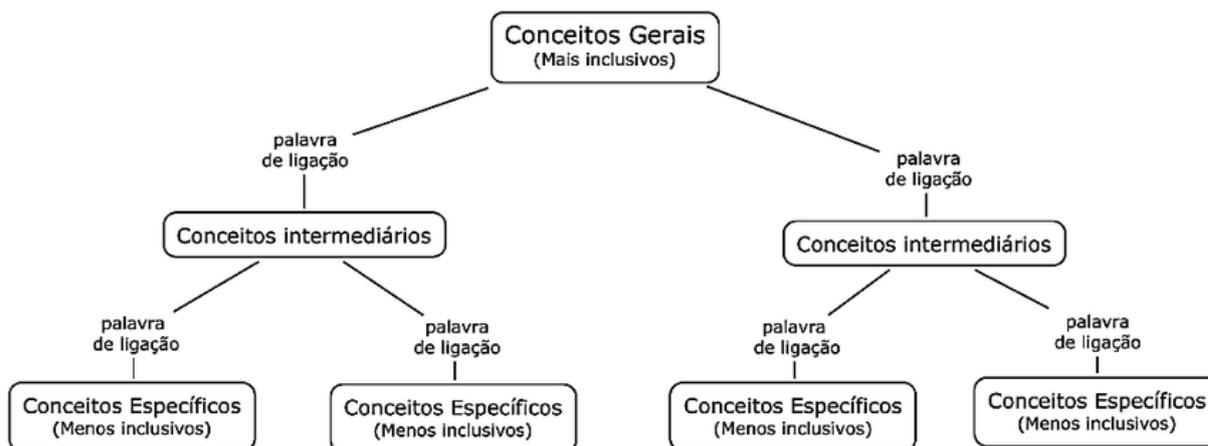


Figura 2. Representação esquemática de um Mapa Conceitual

Fonte: (https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Representacao-esquemtica-de-um-mapa-conceitual-Fonte-Adaptado-de-Moreira_fig1_271646670)

Comparação (10 minutos)

Neste momento será feito o confronto entre os saberes prévios dos alunos, percebidos no momento de Interpretação, e os saberes formais apresentados pelo professor no momento de Formalização. Durante este momento, o papel do professor será pavimentar o caminho para que o aluno faça por si associações entre suas concepções prévias dos conceitos a ele apresentados no momento de Interpretação e o conhecimento cientificamente estabelecido trazido pelo professor no momento da Formalização. Os termos característicos da linguagem própria dos alunos obtidos no momento de Interpretação devem ser retrabalhados à luz da linguagem formal, aproximando sua linguagem própria da linguagem científica. O professor deverá ressignificar os termos e expressões que os alunos utilizaram para tratar das questões colocadas no processo de Interpretação, ajudando os alunos a fazerem conexões entre a forma como pensavam o tema e os conceitos e as formas como o conhecimento estabelecido se apresenta, promovendo uma mudança em sua forma de ver o mundo. Espera-se que o aluno, neste momento, perceba que aquilo que ele vive e experimenta corriqueiramente possui correspondência com o conhecimento formal, permitindo a ele observar o mundo que o cerca de uma nova perspectiva enquanto se apropria da linguagem científica formal. Neste momento, o professor deve auxiliar o aluno a compreender como os conhecimentos foram construídos,

procurando familiarizá-lo com o método científico. Enquanto faz essa ponte, o professor deve chamar a atenção para a importância e as implicações do conhecimento científico para a vida prática dos alunos, dando a eles uma oportunidade de relacionar o conhecimento da Física vista em sala de aula com o seu papel na escola e na sua comunidade.

Transferência (20 minutos)

Momento de trabalhar o tema da aula de modo a acentuar a mudança de perspectiva sobre o papel do conhecimento na vida do aluno. Busque referências em outras áreas do conhecimento, abusando das transversalidades, identificando pontos de tangência entre o conhecimento científico e a prática social do indivíduo, sempre alertando para os impactos sociais, ambientais e econômicos do desenvolvimento da ciência e das tecnologias. Busque evidenciar que a forma como os indivíduos interagem entre si e com o mundo é fortemente influenciada pelo desenvolvimento científico.

O tema central da aula assume papel de ponto de partida para uma discussão que fatalmente transbordará os limites da sala de aula. O professor deve distribuir entre os grupos fragmentos de textos previamente selecionados, que apresentem aplicações dos conhecimentos apresentados durante a aula e que sejam diferentes das aplicações trazidas no momento de Contextualização. Procure abordar nos fragmentos de textos temas contemporâneos e polêmicos, que apresentem os impactos que o desenvolvimento das ciências e das tecnologias são capazes de causar na sociedade e no meio ambiente. Cada grupo deverá discutir os textos e apontar a relação entre os temas abordados nos fragmentos e os temas abordados na aula. O papel do professor neste momento é conduzir o aluno a perceber que o conhecimento formal relacionado aos fenômenos comuns em seu cotidiano possui aplicações em realidades diversas.

O professor deverá provocar uma discussão sobre os impactos do conhecimento científico no exercício da cidadania, chamando atenção para a influência do conhecimento na forma como os indivíduos se relacionam uns com os outros, escolhe que produtos devem consumir, como interagem com o meio ambiente, como cuidam da sua saúde, nos fatores que influenciam na escolha de seus representantes etc. Em uma aula que tenha como temática principal o conceito de

Velocidade Média, pode tratar tanto de situações corriqueiras, tais como ir e voltar para a escola, quanto o impacto dos corredores exclusivos de ônibus sobre o tempo médio que um trabalhador perde com suas idas e vindas ao trabalho. Também podem ser analisados os impactos ambientais, já que o aumento da velocidade média dos ônibus acarretaria menos gases tóxicos emitidos na atmosfera. Ainda tratando de Velocidade Média, podemos discutir os meios de transporte de passageiros em altas velocidades disponíveis, tais como os trens de alta velocidade que correm sobre trilhos utilizando levitação magnética, ou as próximas gerações de transporte de massa como o Hyperloop.

Verificação (30 minutos)

Busca-se perceber se os alunos compreenderam os conceitos básicos que envolvem os fenômenos descritos nos momentos anteriores e avaliar se se apropriaram da nova linguagem a que foram expostos. Os alunos devem ser incentivados a pensar suas rotinas e como o conhecimento adquirido poderá contribuir para modificar sua forma de interagir com o mundo que o cerca e sua prática social como um todo. Este é o momento em que se espera que o aluno perceba que as aulas de física são mais que conceitos e fórmulas. O aluno deve ser convidado a pensar o aprendizado de física como uma forma de ressignificar constantemente sua visão de mundo.

A Verificação consistirá em um questionário, onde as questões devem fazer referência inicialmente às situações problema que são familiares aos alunos, como as tratadas no momento de Contextualização, conduzindo o aluno a repensar tais situações à luz dos conceitos formais que foram explorados nos momentos de Formalização e Comparação. Em seguida, deve-se trabalhar questões que envolvam as situações problema apresentadas no momento de Transferência, levando o aluno a exercitar aquele conhecimento que ele agora percebe como relacionado com sua vivência em situações que extrapolem sua realidade local, levando-o a explorar o conhecimento adquirido a partir de perspectivas diferentes, dando ênfase às implicações sociais, econômicas e ambientais do conhecimento. É de suma importância que as questões desafiem os alunos a pensarem aplicações dos conceitos chave da aula em seu cotidiano e fora dele.

APÊNDICE B – PLANO DE AULA

Identificação

Professor: Alexandre Baratta Santana

Disciplina: Física

Tema da aula: Velocidade Média

Duração: 100 minutos

Objetivos da aula

Objetivo geral:

- Introduzir os conceitos físicos necessários para a compreensão das definições de velocidade escalar média e velocidade instantânea.

Objetivos específicos do aluno:

- Perceber a presença dos conceitos de velocidade média e velocidade instantânea em seu cotidiano;
- Ser capaz de empregar os conceitos físicos apresentados em situações do seu cotidiano;
- Ser capaz de perceber a aplicação dos conceitos físicos apresentados em situações diversas, que extrapolem suas rotinas diárias;
- Agregar a seu repertório conhecimentos que o permitam perceber a importância do aprendizado de ciências, proporcionando a si uma nova visão de mundo.

Objetivos específicos do professor:

- Identificar as noções prévias dos alunos acerca do conceito de movimento;
- Perceber como os alunos relacionam a evolução de um movimento comum em seu cotidiano com o passar do tempo;
- Investigar a linguagem utilizada pelos alunos quando desafiados a abordar o tema da perspectiva do senso comum;

- Construir um conceito de velocidade a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, levando em consideração particularidades de sua linguagem própria;
- Ilustrar situações cotidianas diversas à luz dos conceitos formais;
- Motivar os alunos a aplicarem os conceitos apresentados em suas rotinas diárias;
- Motivar os alunos a aplicarem os conceitos apresentados em situações diversas, que extrapolem suas rotinas diárias.

Conteúdos abordados

- Deslocamento escalar
- Intervalo de tempo
- Velocidade média
- Velocidade instantânea.

Metodologia e estratégias

- Utilizaremos uma sequência didática norteada pela aprendizagem significativa, lançando mão de mapas mentais e mapas conceituais, dedicando atenção especial à linguagem própria dos alunos, direcionada à alfabetização científica.

Detalhando a metodologia:

Contextualização

- Momento de expor situações problema relacionadas aos conceitos centrais do tema da aula, que sejam familiares aos alunos (na sala de aula, na escola e seu entorno, em casa etc.), descrevendo fenômenos e circunstâncias que provavelmente vivenciam e observam diariamente. Exemplos:

Exemplo 1:

Ir de casa até a escola de diferentes maneiras, como caminhando, de bicicleta, de ônibus, de carro etc. Sendo a distância entre a casa e a escola sempre a mesma, o que torna um meio de transporte mais rápido que o outro? Por que o ônibus costuma ser mais rápido do que a bicicleta? Pode a bicicleta ser mais rápida do que um ônibus.

Se levarmos em consideração o trânsito, é possível ser mais rápido caminhando do que de ônibus?

Exemplo 2:

Ao ir de casa ao centro de Fortaleza em horários de pico, é possível perceber que a existência de corredores exclusivos para ônibus reduz bastante o tempo de percurso dos coletivos em comparação aos veículos particulares. Por outro lado, em horários de pouco trânsito, é inegável a vantagem dos carros em relação aos ônibus. Por que os ônibus conseguem se mais rápidos que os carros quando o trânsito está lento, mas não quando as ruas estão vazias?

Exemplo 3:

O funcionamento dos radares fixos de velocidade nas vias da cidade, conhecidos como foto-sensores, baseiam-se na determinação da velocidade com que os veículos passam sobre os sensores instalados no asfalto. Observa-se que tais sensores são dispostos de modo a ficarem a poucos centímetros um do outro. Tal configuração busca realizar uma medida de velocidade o mais próximo possível do que estaria registrando o velocímetro do veículo.

Interpretação

- Momento de apresentar questões norteadoras, que provoquem os alunos a compartilhar seus saberes prévios sobre o tema da aula. Exemplos:

“quando alguém fala em velocidade, o que vem à sua mente?”

“como você explicaria com suas palavras o que é velocidade?”

“que situações da sua vida fazem você pensar na palavra velocidade?”

“em que situações da sua vida você utiliza a palavra velocidade?”

- Com base nas respostas dos alunos, construir um mapa mental no quadro associando os termos característicos de seu vocabulário que permitam identificar como os alunos pensam a respeito do tema central da aula.

Formalização

- Apresentar um mapa conceitual previamente elaborado pelo professor, abordando os conceitos de Deslocamento Escalar, Intervalo de Tempo e Velocidade média, explicando-os à luz do conhecimento formal encontrado no livro didático.

Comparação

- Comparar o mapa mental elaborado com o auxílio da turma com o mapa conceitual elaborado previamente pelo professor, fazendo ligações entre os termos coloquiais utilizados pelos alunos e os conceitos formais que devem ser aprendidos.
- Os conceitos formais devem ser ilustrados com situações cotidianas dos alunos (quando o tema permitir), buscando dar significado ao tema abordado.

Transferência

- Apresentar relações dos conceitos físicos tratados até então localmente, no cotidiano, com situações que transbordem a realidade do aluno. Buscar relações transversais com outras áreas do conhecimento.

Exemplo 1:

O Hyperloop é um sistema de transporte onde os passageiros são confortavelmente acomodados no interior de capsulas metálicas, que se deslocam através de tubos pressurizados com propulsão elétrica e levitação magnética, eliminando assim a resistência do ar e o atrito entre as superfícies. Promete abreviar o tempo de deslocamento entre os maiores centros urbanos do planeta, atingindo velocidade máxima da ordem de 1.200 km/h. Superior à velocidade máxima de aviões comerciais.

Exemplo 2:

Ao observar certos predadores em seu habitat natural, percebemos que alguns evoluíram para serem capazes de atingir velocidades bastante elevadas. É o caso do guepardo, grande felino comum nas savanas africanas, com seu biotipo esguio e aerodinâmico, é capaz de atingir, ao perseguir sua potencial presa, velocidades próximas a 100 km/h por curtos espaços de tempo. No entanto, devido à sua

constituição física, não pode desperdiçar energia. Uma tentativa malsucedida poderia resultar em longos períodos sem se alimentar. A precisão em suas investidas é de suma importância.

Exemplo 3:

Em uma aula de química, o professor aborda o tema “velocidade de reação”. Em um laboratório, ele separa uma variedade de comprimidos efervescentes, além de alguns bécheres contendo pequenas quantidades de água. Para investigar em que condições a dissolução dos comprimidos pode ser mais eficiente, o professor pede para que os alunos observem o que ocorre ao mergulharem os comprimidos em amostras de água com três temperaturas distintas: gelada, temperatura ambiente e fervente. Os alunos percebem que a quantidade de bolhas de gás gerado nas três situações é visivelmente diferente, e que o comprimido é dissolvido mais rapidamente quanto mais elevada for a temperatura da água. Os alunos concluem que a temperatura de um sistema influencia a rapidez com que as reações químicas ocorrem.

Verificação

01. Procure lembrar-se da sua rotina desde o momento em que despertou até este instante. Estime quanto tempo você dedicou a cada umas de suas atividades principais, como por exemplo suas refeições, higiene pessoal, deslocamento até a escola etc. Registre essas atividades de sua rotina em forma de lista, compare-a com as listas dos colegas e veja quais as atividades mais citadas.

02. Pensando em suas atividades diárias, descreva os deslocamentos mais frequentes que você realiza, como por exemplo ir para a padaria, para a academia, para a escola etc. Estime a distância que você percorre, o tempo que demora em cada um de seus deslocamentos e registre-os em uma lista. Mais uma vez, compare com as listas dos colegas com a sua.

03. Faça uma lista de objetos em movimento que você observa em seu cotidiano, colocando-os em ordem crescente de velocidade média. Diga qual deles você preferir

04. Você tem um importante compromisso em uma cidade que fica a 80 km de onde você está neste momento. O limite de velocidade da estrada que você irá percorrer é de 60 km/h em toda a sua extensão. Considerando que seu compromisso é daqui a 2 horas, pegando a estrada agora, você conseguirá chegar a tempo? Por quê?

05. Um atleta queniano de 33 anos, em setembro de 2018, bateu o recorde mundial da maratona de Berlim, prova em que se percorreu uma distância total de 42 km e 195 m, marcando o tempo de 2 horas, 1 minuto e 39 segundos. A velocidade média do corredor foi superior a 20 km/h. Podemos dizer que ele manteve essa velocidade por todo a prova? Por quê?

06. A distância que separa as cidades de Fortaleza (CE) à cidade de São Paulo (SP) é de aproximadamente 3000 km. Uma viagem entre as duas cidades realizada de ônibus costuma durar dois dias inteiros (48 horas). Já de avião, a mesma distância é percorrida em apenas 3 horas e trinta minutos. Digamos que você se depara com uma máquina do tempo e de repente viaja para o futuro. O ano agora é 2050, e dados os avanços tecnológicos atingidos pela humanidade, você se vê com a possibilidade de realizar a viagem Fortaleza-São Paulo em um Hyperloop. Sabendo que a velocidade máxima dessa maravilha tecnológica é de 1200 km/h, quanto tempo irá durar a sua viagem?

Recursos didáticos

- Quadro branco e pincel
- Mapas mentais
- Mapas conceituais

Bibliografia

AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Instituto de Física - UFRGS.

KIEFER, N.I.S.; PILATTI, L.A. Roteiro para elaboração de uma aula significativa. R. Bras. de Ensino de C&T., v.7, n.1, jan/abr. 2014.

_____. Coleção quanta física – 1º ano – Física. São Paulo: Editora PD, 2010.

APÊNDICE C – SUGESTÃO DE LEITURA

Hyperloop

Idealizado para ser o meio de transporte terrestres mais veloz existente, o *Hyperloop* pretende revolucionar a forma como pensamos nossa infraestrutura de transportes. Com seus passageiros confortavelmente acomodados no interior de capsulas metálicas, que se deslocam através de tubos pressurizados com propulsão elétrica e levitação magnética, promete abreviar o tempo de deslocamento entre os maiores centros urbanos do planeta, atingindo velocidade máxima superior à experimentada em voos comerciais. Embora isso soe bastante como ficção científica, o *Hyperloop* avança a paços largos em direção a se tornar realidade.

A ideia foi concebida em 2012 por *Elon Musk*, conhecido por ser o fundador da agência espacial privada *SpaceX* e da fabricante de veículos elétricos *Tesla*. Em meados daquele ano, *Musk* apresentou sua visão do que seria o meio de transporte de altas velocidades do futuro. Os passageiros seriam conduzidos em cápsulas através de tubos metálicos envoltos por um ambiente de vácuo parcial, reduzindo drasticamente a resistência do ar, e suspensas por levitação magnética, reduzindo assim o atrito entre as superfícies.

Para ilustrar o potencial revolucionário do *Hyperloop*, considerando o deslocamento entre as cidades de Los Angeles e San Francisco (Califórnia, EUA), que pode superar oito horas se realizado de ônibus, poderia ter seu tempo reduzido para algo em torno de 30 minutos. Mais rápido inclusive que de avião, que dura cerca de 45 minutos.

O preço do futuro, no entanto, é bem salgado. Estima-se um custo de US\$ 6 bilhões para ligar Los Angeles a San Francisco. Mesmo assim, *Musk* despertou o interesse do mundo para uma forma inusitada de se locomover através da superfície com uma velocidade máxima que pode chegar aos 1.200 km/h. Com essa velocidade, um deslocamento entre as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro poderia ser realizado em 20 minutos.

Musk passou a encorajar engenheiros e investidores a se juntarem ao projeto e contribuir para seu desenvolvimento, levando a criação de diversas startups, pequenas empresas que se encarregavam de desenvolver diferentes aspectos do projeto. Com o amadurecimento da ideia, veio em 2017 um substancial aporte de recursos de *Richard Branson*, um dos fundadores da agência espacial privada *Virgin*

Galatica, que fundou a iniciativa chamada *Virgin Hyperloop One*, que tem a ambição de trazer o sistema a plena operação já em 2021.