



SEQUÊNCIAS DE ENSINO PARA O ENSINO DE FÍSICA

Thiago Arrais Soares

Juazeiro do Norte
2016



SEQUÊNCIAS DE ENSINO PARA O ENSINO DE FÍSICA

Thiago Arrais Soares

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física 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. Francisco Augusto Silva Nobre

Juazeiro do Norte
Agosto de 2016

SEQUÊNCIAS DE ENSINO PARA O ENSINO DE FÍSICA

Thiago Arrais Soares

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

Aprovada por:

Prof. Dr. Francisco Augusto Silva Nobre
Orientador

Prof. Dr. Jose Abdalla Helayël Neto (CBPF)

Prof. Dr. Hermínio Borges Neto (UFC)

Prof. Dr. Francisco Eduardo de Sousa Filho (URCA)

Juazeiro do Norte
Agosto de 2016

FICHA CATALOGRÁFICA

S586p Soares, Thiago Arrais
A contribuição da Sequência de Ensino Fedathi no processo de Ensino Aprendizagem em física/ Thiago Arrais Soares – Juazeiro do Norte: URCA / IF, 2016.
iv, 83 f.: il.
Orientador: Dr. Francisco Augusto Silva Nobre
Dissertação (mestrado) – URCA / Instituto de Física / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (MNPEF), 2016.
Referências Bibliográficas: f. 69-72.
1. Ensino de Física. 2. Sequência de Ensino Fedathi. 3. Aprendizagem Significativa I. Nobre, Francisco Augusto Silva. II. Universidade Regional do Cariri, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (MNPEF). III. A contribuição da Sequência de Ensino Fedathi no processo de Ensino Aprendizagem em física.

CDD 320

Aos meus pais LUIZ GONZAGA (*in memoriam*) e MARIA DE LOURDES (*in memoriam*) e a Minha irmã LIBERALINA MARIA
DEDICO

A minha esposa LEILYANNE e nossos filhos, LUIZ HENRIQUE, TEREZA LILIAN, LOURDES MARIA e JOSÉ ANANIAS, pelo amor, compreensão e incentivo incondicional
OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao meu bom DEUS pelo dom da vida e fonte de equilíbrio.

Ao Prof. Dr. Francisco Augusto Silva Nobre pelas orientações e empenho na ajuda do desenvolvimento desse projeto, pelas nossas conversas motivadoras, pela sua paciência e dedicação.

Ao Prof. Dr. Alexandre Magno Rodrigues Teixeira pelo apoio, incentivo, sua grande generosidade e conhecimentos transmitidos.

Aos professores do departamento de física do Curso de Pós-Graduação em Ensino de Física (URCA) pelos valiosos conhecimentos transmitidos.

Ao meu cunhado Manoel Candido e seu filho Afonso Campos meu sobrinho e afilhado que tanto amo, pelo companheirismo, apoio e incentivo.

Aos amigos Jofran Nepomuceno, João Monteiro, Paulo Alvacely e Maricélia Santos pelo incentivo e amizade constante.

A todos os colegas e amigos de mestrado pela amizade, incentivo e maravilhoso convívio.

Ao meu amigo Rodrigo Fasseluan pelas conversas prazerosas que tivemos durante o convívio do mestrado, apoio, incentivo e preocupação com meu desempenho no desenvolvimento do projeto e da escrita desta dissertação.

Ao meu amigo Carlos Henrique por toda amizade e companheirismo nesse período de mestrado.

À Prof^a. Ana Cláudia Ribeiro, mantenedora do Colégio Objetivo de Juazeiro do Norte, por permitir a aplicação desse projeto em sala de aula na sua instituição de ensino.

Ao meu primo Cícero sua esposa Suyane e seus filhos José e Heloisa minha afilhada que tanto amo pelo incentivo e apoio, amizades que levarei por toda a vida.

À minha sogra Tereza e meu sogro Lourival pelo incentivo e preocupação com meu bem estar.

Aos funcionários da Universidade Regional do Cariri, pelo empenho e dedicação a essa instituição, em especial a Sra. Vânia.

Aos meus alunos que participaram das aulas ministradas para a aplicação do projeto.

À todos meus alunos que de forma direta são responsáveis pela busca de meu aperfeiçoamento na carreira docente.

Ao Prof. Francisco de Assis pela ajuda no desenvolvimento do software do produto educacional.

Ao Prof. Hélio Nobre pelo apoio e importantes sugestões na elaboração desta dissertação.

A todos aqueles, que de alguma forma, colaboraram para realização deste trabalho.

A CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

“Se enxerguei mais longe que outros
homens foi porque me ergui sobre os
ombros de gigantes (...)”

Isaac Newton

RESUMO

Sequências de Ensino para o Ensino de Física

Thiago Arrais Soares

Orientador:

Prof. Dr. Francisco Augusto Silva Nobre

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física 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

Preocupado com a aprendizagem dos nossos alunos que hoje está pautada em aulas cativantes e motivadoras para criar no discente o interesse pela disciplina de física, apresentamos um trabalho desenvolvido no ambiente escolar com a intenção de propor uma nova postura docente em sala visando o discente um sujeito ativo na construção do conhecimento. Desenvolvemos nosso trabalho fazendo intervenções em sala de aula aplicando a sequência de ensino Fedathi elaborada inicialmente para o ensino e pesquisa em matemática pelo professor Dr. Hermínio Borges Neto em 1996, mostrando ao professor como essa sequência de ensino poderia ser aplicada em física e se tornar uma ferramenta importante para aplicação na resolução de problemas orquestrando as atividades dos alunos e favorecendo uma aprendizagem significativa. Essa sequência metodológica foi aplicada na resolução de problemas em física envolvendo o conteúdo de movimento harmônico simples em sala de aula, e em todas as etapas das intervenções os conhecimentos prévios dos estudantes foram considerados e foram objetos de discussões em grupo, pois nossa pesquisa foi desenvolvida na óptica Ausubeliana, nos fazendo perceber a importância de identificar a estrutura cognitiva dos discentes e ensinar com base no que foi descoberto, nos seus conhecimentos prévios, favorecendo uma aprendizagem significativa. Como produto educacional desse trabalho foi gerado um tutorial impresso em forma de livreto e aplicativo para computador e celulares, contendo os dados das intervenções, resultados, análises juntamente com a teoria dos temas abordados nesse projeto, tentando gerar um debate na classe docente, sobre a sequência de ensino Fedathi aplicada em física.

Palavras-chave: Ensino de Física, Sequência Fedathi, Aprendizagem Significativa.

Juazeiro do Norte
Agosto de 2016

ABSTRACT

Sequences of Teaching for Physical Education
Thiago Arrais Soares

Supervisor:
Prof. Dr. Francisco Augusto Silva Nobre

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

Concerned about the learning of our students today is guided by engaging and motivating lessons to create the students' interest in the discipline of physics, present a work at school with the intention to propose a new teaching position in room targeting the student a subject active in the construction of knowledge. We develop our work by making interventions in the classroom applying Fedathi teaching sequence developed initially for teaching and research in mathematics by Dr. Herminio Borges Neto teacher in 1996, showing the teacher how this teaching sequence could be applied in physics and become an important tool for use in troubleshooting orchestrating the activities of students and achieving meaningful learning. This methodological sequence was applied in physics problem solving involving the simple harmonic motion content in the classroom, and at all stages of interventions prior knowledge of students were considered and were objects of group discussions, as our research has been developed Ausubel in mind, making us realize the importance of identifying the cognitive structure of students and teaching based on what was discovered in their previous knowledge, favoring a significant learning. As an educational product of this work was to generate a printed tutorial booklet form and application for computer and cell containing the data of interventions, results, analysis, along with the theory of the issues addressed in this project, trying to generate a debate in class teaching on the Fedathi teaching sequence applied in physics.

Keywords: Physics education, Fedathi Sequence, Meaningful Learning

Juazeiro do Norte
August 2016

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

| | |
|----------------------------|----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
|----------------------------|----------|

CAPÍTULO 2

| | |
|--|----------|
| 2. CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS | 5 |
| 2.1 Sequências de Ensino | 7 |
| 2.1.1 Sequência de Ensino e Sequência Didática | 12 |
| 2.1.2 Sequência de Ensino Fedathi | 14 |
| 2.2 Aspectos da Teoria da Aprendizagem Significativa | 20 |

CAPÍTULO 3

| | |
|---|-----------|
| 3. MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES | 22 |
| 3.1 Movimentos Oscilatórios | 23 |
| 3.2 Movimento Harmônico Simples | 25 |

CAPÍTULO 4

| | |
|---|-----------|
| 4. METODOLOGIA, INTERVENÇÃO E RESULTADOS | 31 |
| 4.1 A natureza da pesquisa | 33 |
| 4.2 O processo de intervenção | 36 |
| 4.3 Resultados | 48 |
| 4.4 Conclusões | 62 |

| | |
|--|-----------|
| Apêndice A PLANOS DE AULA E QUESTIONÁRIOS | 54 |
| Apêndice B PRODUTO EDUCACIONAL - IMPRESSO | 20 |
| Apêndice C PRODUTO EDUCACIONAL - APLICATIVO | 68 |
| Referências Bibliográficas | 69 |

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

As relações entre professores, alunos e os conteúdos de física ensinados no ensino médio apresentam deficiências e inúmeros problemas. O professor quando propõe a resolução de questões, geralmente sugere aos alunos uma resolução mecânica, direta, explicando a situação abordada na questão como algo onde o caminho a ser adotado para solução está determinado por algoritmos matemáticos e que o aluno não pode gerar dúvidas e nem tentar solucioná-lo usando passos diferentes dos propostos pelo docente.

Preocupado com a situação e a partir da percepção como professor da rede particular e pública de ensino e desejando participar de forma ativa para contribuir com a redução da grande desigualdade existente entre essas redes, desenvolvemos um trabalho de intervenção em sala de aula com os discentes de forma a nortear e motivar professores e alunos no desenvolvimento da solução de problemas em física, utilizando uma sequência de ensino criada inicialmente para ensino e pesquisa em matemática.

Esta pesquisa pedagógica foi desenvolvida no sentido de aplicarmos e validarmos para a física a Sequência FEDATHI, que tem como principal elaborador o Professor Dr. Hermínio Borges Neto em 1996. Iremos aplicar esta sequência para a resolução de problemas durante as aulas de física.

Utilizamos uma abordagem de pesquisa qualitativa, sempre verificando a interação entre os conceitos trazidos pelos alunos com os conceitos que propomos transmitir para assim alcançarmos uma aprendizagem significativa.

Quando falamos dos conceitos que o aluno já sabe, não estamos falando exatamente de saber o conteúdo, mas sim, de uma estrutura cognitiva que facilite o armazenamento dos assuntos a serem aprendidos. David Ausubel grande estudioso da psicologia educacional se refere em uma premissa básica na sua teoria de aprendizagem (1968, p. iv).

Se tivesse que reduzir toda a psicologia da educação a um só princípio, diria o seguinte: O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo.

Desenvolvemos nosso trabalho fundamentado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel-Novak, utilizando como instrumentos de coleta a observação direta, o questionário e o diário de campo.

A Sequência FEDATHI foi utilizada para conduzir a mediação do professor na sua prática docente quando da resolução de problemas sugeridos aos alunos, mas problemas que realmente transmitiam conceitos físicos. Na resolução tradicional de exercícios a quantidade de aplicações de tarefas de repetições de resoluções de questões é priorizada em relação à qualidade de abordagem e análise minuciosa de certa questão. Trabalhamos com questões que propiciaram um pensamento reflexivo e um aprendizado com significado na vida do estudante.

Esta sequência de ensino é composta por quatro etapas sequenciais e interdependentes, denominadas: Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova, sendo o processo de ensino iniciado e terminado pelo professor. Inicialmente o docente seleciona e apresenta o problema relacionado ao conhecimento a ser abordado e ao final após as discussões realizadas com os alunos formaliza o conhecimento para direcionar o aluno a solução do problema.

O conteúdo abordado para aplicação da Sequência FEDATHI foi o estudo da cinemática do movimento harmônico simples, conteúdo tal, que os alunos mostram uma recusa inicial pelo fato das funções que descrevem o movimento serem harmônicas, tidas pelos estudantes como de difícil compreensão. Visando incentiva-los para o tema proposto, motiva-se os estudantes participaram de forma ativa com a oportunidade de construir seus próprios questionamentos e soluções.

David Ausubel (2003, p. 131) aponta também uma preocupação no ensino passivo, centrado no professor, que leva a um modelo exagerado de levar em consideração os testes por memorização no ensino, sugerindo estratégias para superação desta realidade.

[...] uma vasta experiência na realização de exames faz com que os estudantes se tornem adeptos da memorização, não só de proposições e de fórmulas chave, mas também de causas, exemplos, razões, explicações e formas de reconhecimento e de resolução de “problemas tipo”. Pode evitar-se melhor o perigo da simulação memorizada da compreensão significativa através de colocação de questões e de

problemas que possuam uma forma nova e desconhecida e exijam uma transformação máxima de conhecimentos existentes.

Nosso trabalho foi desenvolvido em uma escola da rede privada da Cidade de Juazeiro do Norte, no Estado do Ceará, com uma turma de alunos que não conseguiram aprovação em física no segundo ano do ensino médio e optaram pela progressão parcial, participando da dependência na disciplina. Neste grupo de progressão parcial, os alunos deverão rever todos os conteúdos vistos no ano anterior, mas para garantir que a Sequência FEDATHI seja aplicada sobre um conteúdo que os alunos ainda não viram, abordaremos a cinemática do Movimento Harmônico Simples, que não pertencer ao currículo do programa de ensino dessa instituição no referido ano.

A turma formada apresentou em média 12 (doze) alunos e funcionava no contra turno das aulas regulares da escola. Cada aula tinha duração de 50 min (cinquenta minutos) e foi realizada uma vez por semana durante os meses de abril e maio de 2015.

Realizamos a aplicação de um questionário estruturado aberto de sondagem para sabermos a que nível deveríamos começar a realização da aplicação da sequência FEDATHI, como também diagnosticar os conceitos que os estudantes já possuíam.

O docente foi o orquestrador da aplicação da Sequência FEDATHI, sendo este, o personagem que sugeriu o tema a ser trabalhado pelos alunos e sequência de procedimentos a serem seguidas. Levantou perguntas estimuladoras, esclarecedoras e orientadoras, como também ao final, baseado nas discussões e questionamentos dos discentes, propôs uma intersecção entre os modelos apresentados pelos alunos e o modelo geral do conhecimento em jogo.

Aplicamos a Sequência proposta, visando produzir o conhecimento esperado em cada aula e fortalecer um modelo que desestruture o ensino tradicional, onde na maioria das vezes não estimula e também não almeja a participação dos alunos na construção da compreensão e resolução dos problemas propostos em sala de aula.

Portanto no desenvolvimento desse trabalho buscamos também a validação da Sequência FEDATHI aplicada ao ensino de física.

Na aplicação desse projeto de mestrado tentamos favorecer uma mudança de postura que se necessita para a construção do conhecimento baseado em um novo plano didático.

Após a execução desse projeto acreditamos que conseguiremos gerar na classe docente uma reflexão acerca da aplicação da sequência FEDATHI no ensino de física

no intuito de potencializar suas vantagens que aqui serão expostas nos capítulos desse trabalho.

Abordaremos no capítulo dois as sequências de ensino, com um tratamento histórico e diferenciando das sequências didáticas, na aplicação de resolução de problemas em sala de aula no ensino de física, apresentaremos a sequência FEDATHI, objeto de estudo desse trabalho e explicitaremos a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Teoria na qual alicerçamos a pavimentação do nosso projeto.

No terceiro capítulo a cinemática do Movimento Harmônico Simples foi apresentada de forma aprofundada para facilitar e promover um incentivo na continuidade no estudo desse movimento oscilatório numa abordagem dinâmica.

No último capítulo descreveremos a realização das aulas de intervenção, aplicando a Sequência de Ensino Fedathi no estudo do movimento harmônico simples, para alunos do segundo ano do ensino médio, tentando realizar aulas diferenciadas das tradicionais, buscando incentivar os alunos e promover uma aprendizagem que traga significado e aplicação no seu dia-a-dia. Faremos uma análise dos dados obtidos durante a realização das aulas e apresentaremos discussões sobre os resultados, buscando chegar a conclusão da validade da aplicação da Sequência Fedathi no ensino de física, como metodologia de melhoria na qualidade do processo ensino-aprendizagem.

Os questionários aplicados durante as aulas e os planos de aula dos encontros ocorridos para aplicação do trabalho estão apresentados no Apêndice A e bem descritos com análise de resultados no último capítulo dessa dissertação.

Como resultado desse trabalho de mestrado produzimos como Produto Educacional um tutorial impresso apresentado no Apêndice B, que contém o material teórico envolvido no desenvolvimento desse projeto acompanhado da experiência da aplicação da Sequência Fedathi em sala de aula, mostrando seus resultados e propondo para o docente sugestões de aplicação na sua prática. No Apêndice C teremos a apresentação da versão digital do tutorial desenvolvido para utilização em computador e celular, baixando o aplicativo nos links rodriguesfas.com.br/app-fisica/ e <http://urca.br/mnpef/>, mas com possibilidade de trabalho off-line, com a intenção de facilitar o acesso pelo professor.

Após os Apêndices estão apresentadas as referências bibliográficas utilizadas como fonte de pesquisa e utilização para o desenvolvimento desse trabalho.

A seguir apresentaremos as considerações teóricas que nortearam essa intervenção pedagógica.

CAPÍTULO 2

2. CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Nesse capítulo apresentaremos as Sequências de Ensino como ferramentas de um novo plano didático da prática docente, tendo em vista que nas últimas décadas o ensino de física e das disciplinas científico-tecnológicas passam por uma crise (FOUREZ, 2003), que se reflete no comportamento em sala de aula do professor.

Os estudantes encontram-se diante de uma situação onde a única saída que veem é desistir de aprender física. Situação na qual os professores os têm como um depósito de informações e que os docentes são os detentores do caminho e que é único para o alcance das soluções dos problemas propostos, onde o aluno não faz contribuições na pavimentação da solução. Os alunos apresentam-se desmotivados no processo de ensino que é regido pela estrutura escolar de hoje onde camuflam seu poder de criação não podendo utilizar na escola seus conhecimentos prévios.

Fazendo uma retrospectiva das Sequências de Ensino verificamos que a maioria delas foram propostas para o Ensino de Matemática e prevendo favorecer um caminho (algoritmo)¹ de resolução de problemas. Mas para o professor é difícil fazer a distinção entre problema e exercício, pois motivado pelos processos seletivos existentes para o ingresso no ensino superior ele se torna um transmissor de conteúdo e apresenta de forma quase inquestionável o caminho a ser seguido pelo aluno para a solução da situação abordada com exercício, sem fornecer momentos de reflexões para os estudantes que poderiam buscar relacionar os conceitos que já existem na sua estrutura cognitiva com o exercício proposto buscando solucioná-lo. Por essas razões se faz necessário a elaboração e aplicação de Metodologias que venham abordar a resolução de problemas em sala de aula e um processo que pavimente sua solução visando à melhoria na qualidade da aprendizagem, mostrando ao professor a verdadeira diferença entre exercício de aplicação de conteúdo estudado e situações problemas.

¹ É uma sequência finita de instruções bem definidas e não ambíguas, cada uma das quais devendo ser executadas mecânica ou eletronicamente em um intervalo de tempo finito e com uma quantidade de esforço finita. Disponível em < <https://pt.wikipedia.org/wiki/Algoritmo>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

Echeverría e Pozo no capítulo do livro *La solución de problemas, Aprender a resolver problemas y resolver problemas para aprender* (1994, p.17) mostram que uma situação será um problema, quando o aluno procurando resolvê-la não for levado à solução de uma forma imediata mas se envolve em um processo que requer reflexão e tomada de decisões e (1994, p.18) um exercício, usa rotinas automatizadas como consequência de uma prática continuada em que o professor sugere o caminho a ser seguido e as equações matemáticas que o soluciona.

As Sequências de Ensino se comportam como ferramenta importante na melhoria da qualidade de ensino visando o aperfeiçoamento do processo ensino aprendizagem, como forma de orientação dos alunos na resolução de problemas de suas disciplinas seguindo certos algoritmos, mas que segundo Michael Otte (1991, p.285), traduz uma realidade objetiva do momento da aplicação sem explicações da essência do objeto em estudo.

Diametralmente oposto ao pensamento conceitual e a evidencia intuitiva, está o pensamento algorítmico. [...] O pensamento algorítmico não se objetiva na evidência, mas no sucesso, e ele não pode saber de antemão se será bem sucedido ou falhará. O conhecimento algorítmico é o conhecer sem a percepção. Os algoritmos são relacionados apenas funcionalmente à realidade objetiva; eles não explicam nada.

Tendo em vista a necessidade da parte conceitual e da percepção do objeto abordado no estudo, as Sequências de Ensino também são aplicadas por estudiosos, transformando o educando em parte ativa do processo educacional, resgatando seu conhecimento de mundo e norteando a postura do educador em sala de aula. Neste capítulo faremos a apresentação de um levantamento histórico das Sequências de Ensino com seus objetivos, para identificarmos pontos de convergência, como também apresentaremos uma visão geral da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e suas implicações para o processo Ensino Aprendizagem.

Verificamos também que na literatura não tem uma definição formal para sequências de ensino e que se confunde na maioria das vezes com sequência didática. Portanto abordaremos suas definições, objetivos e pontos de divergência,

2.1 Sequências de Ensino

Reproduzir o trabalho do matemático em sala de aula significa abordar uma situação de ensino, levando em consideração as fases de trabalho vivenciadas por esse profissional, no desenvolvimento de suas experimentações e produções técnicas.

Hermínio Borges Neto

Analisando as sequências de ensino desenvolvidas para matemática desde 1910 pelo John Dewey (HUETE e BRAVO, 2006, p.159) até os dias atuais, verificamos que as sequências de ensino podem ser usadas em sala de aula para reger o trabalho do docente e dos alunos, como podem ser usadas somente pelos estudantes nas tarefas de resolução de problemas longe dos domínios escolares, seguindo algoritmos para construção das respostas previstas e esperadas para uma determinada atividade.

George Polya matemático Húngaro (POLYA, 1978, p.4) no seu livro A Arte de Resolver Problemas, propôs a partir de sua vivência docente no ensino de matemática uma heurística de quatro passos para direcionar os discentes na resolução de problemas, desde seu enunciado até sua solução. 1) Compreensão do Problema: momento de entender o problema a ser resolvido, 2) Elaboração de um Plano: Construir um plano para solucionar o problema, partindo da determinação da(s) incógnita(s), 3) Colocando o plano em ação: momento de execução do plano proposto e 4) Reflexão: revisando a solução encontrada, para validá-la e tentar aperfeiçoar o caminho seguido, para servir de norte para as próximas situações.

O método de resolução de problemas desenvolvido pelo Polya é baseado em uma sequência de ensino que usa algoritmos para orientar os estudantes na sua atividade de solucionar problemas, com paciência e determinação, que torna o aluno um sujeito ativo no processo do desenvolvimento da obtenção dos seus resultados. Mas para Polya o professor deve ensinar e sugerir problemas de forma a levar em consideração as necessidades do contexto sociocultural dos alunos, quer dizer, os temas e métodos propostos devem ser escolhidos de forma a ter algum propósito para os discentes com significado para aplicação em seu cotidiano.



Figura 2.1. George Polya

O Professor Hermínio Borges (GRUPO FEDATHI)² formalizou em 1996 (BORGES NETO, 1998, p.7) uma sequência de ensino para o estudo e pesquisa no ensino de matemática denominada Sequência FEDATHI que vai contra ao modelo de ensino tradicional que centraliza apenas a apresentação de um Problema e sua Prova e é composta por quatro etapas de realização sequenciais e interdependentes, assim denominadas: 1) Tomada de Posição, 2) Maturação, 3) Solução e 4) Prova.

Comparando as duas sequências apresentadas verificamos que a sequência do George Polya está voltada para o desenvolvimento de resolução de problemas pelos estudantes seguindo etapas na pavimentação da elaboração da solução de um determinado problema, configurando-se assim uma sequência de ensino que orienta o discente no seu processo ensino-aprendizagem, no ambiente escolar ou não.

Já a sequência Fedathi governa o campo do comportamento do docente em sala de aula mediante uma atividade a ser aplicada para ajudá-lo a conduzir a mediação das produções que serão desenvolvidas pelos alunos, mas sempre tomando a iniciativa das atividades, iniciando e terminando todo processo, inclusive propondo a partir dos expostos pelos estudantes a solução mais oportuna para a situação em jogo³.

² Grupo Fedathi – Grupo de Pesquisa em Educação Matemática, atualmente composto por professores da Universidade Federal do Ceará - UFC, Universidade Estadual do Ceará – UECE e alunos do curso de Mestrado e Doutorado da Faculdade de Educação – FACED - UFC.

³ Definição de grandezas, solução de problemas, construção de gráficos, etc.

Verificamos que mesmo as sequências de ensino citadas terem sido estabelecidas para aplicações distintas e em tempos diferentes, elas apresentam pontos de convergência. A Professora Maria José de Araújo Sousa (Sousa, 2013, p.52), buscando reconhecer os principais elementos e pontos em comum das Sequências de Ensino e modelos teóricos realizou um levantamento histórico desde Dewey - 1910 (HUETE e BRAVO, 2006, p.159), passando por Graham Walls – 1926 (HUETE e BRAVO, 2006, p.160), Joseph Rossman – 1931 (HUETE e BRAVO, 2006, p.160), Duncker – 1945 (HUETE e BRAVO, 2006, p.161), George Polya – 1954 (POLYA, 1978, p.4), Dina e Pierre: Modelo van Hiele – 1957 (CROWLEY, 1994, p.6), Barnett Rich – 1971 (RICH, 1971, p.216), Nérici – 1973 (NÉRICI, 1973, p.190), Schoenfeld – 1985 (HUETE e BRAVO, 2006, p.162), Broussen: Teoria das Situações Didáticas – 1988 (FREITAS, 2008, p.24), Michele Artigue – 1988 (MACHADO, 1988, p. 201-208), Gusmán – 1991 (HUETE e BRAVO, 2006, p.162) até Borges Neto: Sequência Fedathi – 1996 (BORGE NETO, 1998, p.7), apresentando o Quadro 2.1 dos pontos de convergência das Sequências relacionando-os com as quatro etapas da Sequência Fedathi.

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. A COMPREENSÃO DO ENUNCIADO (Tomada de posição) Versão da linguagem verbal para a linguagem matemática.2. A COMPREENSÃO DO PROBLEMA (Tomada de posição) Consciência das relações lógicas conceituais e matemáticas que intervêm.3. A BUSCA DE VÁRIAS ESTRATÉGIAS DE RESOLUÇÃO (Maturação)4. A APLICAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS (Solução)5. A REVISÃO E A COMPROVAÇÃO DO PROCESSO SEGUIDO (Prova) |
|---|

Quadro 2.1. Pontos de Convergência das Sequências

Os pontos de convergência elencados no Quadro 2.1, e relacionados com os passos da Sequência Fedathi, nos mostram que essa Sequência de Ensino como metodologia da atuação do professor em sala de aula, pode ser aplicada em diversas áreas do conhecimento, como faremos no desenvolvimento desse trabalho no Ensino de Física.

O papel do professor em sala de aula é muito debatido hoje pelos estudiosos que acreditam que a educação vai além do ambiente escolar e que na própria escola os meios de informação disponíveis, como jornais, revistas, internet, etc. podem ser usados pelos discentes para aprenderem a buscar seu próprio conhecimento, como afirma Libâneo (2003, p. 26)

a escola precisa deixar de ser meramente uma agência transmissora de informação e transformar-se num lugar de análises críticas e produção da informação, onde o conhecimento possibilita a atribuição de significados à informação. Nessa escola, os alunos aprendem a buscar a informação (nas aulas, no livro didático, na TV, no rádio, no jornal, nos vídeos, no computador etc.), e os elementos cognitivos para analisá-la criticamente e darem a ela um significado pessoal.

Tendo em vista esta situação, a Sequência de Ensino Fedathi, sequência aplicada na intervenção em sala de aula desse projeto de pesquisa, proporciona na sua proposta o que Assmann defende como postura do docente em sala de aula, que a “função já não será o da transmissão de saberes supostamente prontos, mas o de mentores e instigadores ativos de uma nova dinâmica de pesquisa-aprendizagem.” (ASSMANN, 2000, p. 08)

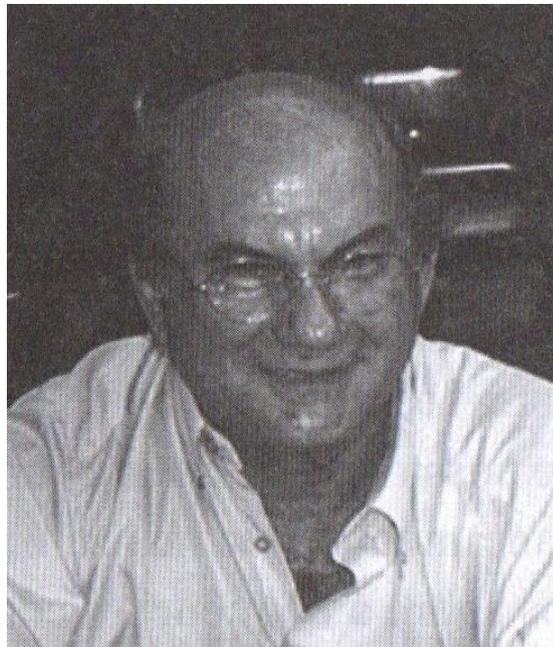


Figura 2.2. Prof. Hermínio Borges Neto⁴

⁴ Precursor dos Estudos e Pesquisas em Didática da Matemática no Ceará e membro do Grupo Fedathi.

2.1.1 Sequência de Ensino e Sequência Didática

No trabalho de Sequências de Ensino da matemática: Retrospectiva histórica de Dewey a Fedathi, no livro Sequência Fedathi, Souza (2013, p.50), sugere que as Sequências de Ensino são empregadas em um contexto de organização de um determinado saber, em etapas sequenciais, como forma de produzir um conhecimento específico.

Como verificamos na apresentação das sequências do Polya e Fedathi, ambas sugerem passos (etapas) sequenciais para alcançar determinado objetivo. Na sequência de George Polya o discente pode ter a iniciativa de se debruçar em um problema e seguindo os passos propostos efetivamente com paciência e determinação alcançar a solução sem interferência do docente. Já na Sequência Fedathi o docente é o esteio do sistema, onde ele propõe a situação em jogo e auxilia os estudantes no desenvolvimento do trabalho.

Os termos Sequência de Ensino e Sequência Didática a priori analisando o vocábulo sequência em ambos pode sugerir que sejam sinônimos, mas em trabalhos publicados e propostas de pesquisadores e professores que escrevem sobre metodologia para ajudar a desenvolver etapas na construção do conhecimento essas denominações sofrem variações. Mas Artigue (1996 apud PAIS, 2001, p.157) define de forma satisfatória Sequência didática, para concretizarmos realmente a diferença entre essas designações.

Sequência Didática é um conjunto de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem, envolvendo os conceitos previstos na pesquisa didática [...] tal como acontece na execução de todo projeto, é preciso estar atento durante as sessões ao maior número de informações que podem contribuir no desenvolvimento do fenômeno investigado.

A professora Maria José (SOUZA, M. J. de A., 2013, p.50), apresenta um quadro⁵ comparativo para definições e objetivos entre sequências didáticas e sequências de ensinos. Sua preocupação em buscar as definições para as sequências apresentadas se deu para tentar facilitar o entendimento das propostas fundamentadas nas sequências de ensino.

⁵ Quadro modificado do original produzido por (SOUZA, M. J. de A., 2013, p.50), retirando a definição e objetivos de situação didática, que não será abordado nesse trabalho.

| | SEQUÊNCIA DIDÁTICA | SEQUÊNCIA DE ENSINO |
|------------------|---|--|
| DEFINIÇÃO | Refere-se à organização de uma sequência de aulas, geralmente planejadas para pesquisas relacionadas à Didática, podendo ser também uma produção para o próprio ensino. | Refere-se à organização de um determinado saber, em etapas sequenciais, como forma de produzir um conhecimento específico. |
| OBJETIVOS | <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver pesquisas • Organizar e orientar produções voltadas para o ensino | <ul style="list-style-type: none"> • Organizar em etapas sequenciais, produções específicas de ensino |

Tabela 2.1. Quadro comparativo de conceitos e objetivos acerca de sequência de ensino e sequência didática.

Estabelecer a diferença entre os conceitos descritos anteriormente nos fundamentam nos esclarecimentos dos termos e facilita a compreensão da aplicação desse trabalho no estudo da Sequência de Ensino Fedathi aplicada em Física, como etapas metodológicas a serem seguidas em encontros ou aulas, para pavimentar o comportamento do docente na regência dos seus alunos, em busca da construção do conhecimento sempre buscando um aprender significativo.

As Sequências de Ensino podem ser aplicadas nas mais diversas formas do conhecimento, na área de humanas, da natureza, linguagens, saúde, etc. Como também as Sequência Didáticas, mas essa é muito utilizada por estudiosos da Didática da Matemática Francesa e Engenharia Didática⁶.

Apesar de possuírem definições distintas, possuem relações. A Sequência Didática pode organizar uma sequência de aulas planejadas para aplicar as Sequências de Ensino, como etapas sequenciais para produzir conhecimento, abordando seu objetivo de organizar e orientar produções no ensino.

⁶ A Engenharia Didática, vista como metodologia de pesquisa, se caracteriza em primeiro lugar por um esquema experimental baseado em “realizações didáticas” em sala de aula, isto é, sobre a concepção, a realização, a observação e análise de sequências de ensino. (ARTIGUE, 1996 apud PAIS, 2001, p.104).

2.1.2 Sequência de Ensino Fedathi

Desenvolvida como metodologia de ensino para estudo e pesquisa na matemática, a Sequência Fedathi vem sendo aplicada, no ensino de física, química, pedagogia, como melhoria no desenvolvimento da conduta do professor em sala de aula com conseqüente melhoria na aprendizagem do aluno que é sujeito ativo na construção de seu saber.

A Sequência de Ensino Fedathi⁷ recomenda que diante de uma situação o aluno se dedique sobre o problema proposto, reproduzindo os passos que um matemático realiza quando se debruça sobre seus ensaios: aborda os dados da questão, experimenta vários caminhos que possam levar a solução, analisa possíveis erros, busca conhecimentos para construir a solução, testa os resultados para saber se errou e onde errou, corrige-se e monta um modelo (Sousa, Vasconcelos, Borges Neto, Lima, Santos & Andrade, 2013 p.18).

No desenvolvimento desse cenário no ambiente escolar em sala de aula, o docente tem um papel de mediador, a fim de possibilitar ao aluno a elaboração de seu conhecimento. Mas essa mediação de auxílio ao estudante deve ser de forma a não interferir efetivamente na produção dos discente, mas também não deixar de direcioná-los suficientemente, que se torna uma prática bastante delicada e dedicada para o professor. George Polya assim sugeriu em seu livro *A Arte de Resolver Problemas – Um Novo Aspecto do Método Matemático* (Polya, 1995, p.1)

Um dos mais importantes deveres do professor é o de auxiliar os seus alunos, o que não é fácil, pois exige tempo, prática, dedicação e princípios firmes. O estudante deve adquirir tanta experiência pelo trabalho independente quanto lhe for possível. Mas se ele for deixado sozinho, sem ajuda ou com auxílio insuficiente, é possível que não experimente qualquer progresso. Se o professor ajudar demais, nada restará para o aluno fazer. O professor deve auxiliar, nem demais nem de menos, mas de tal modo que ao estudante caiba uma parcela razoável do trabalho. Se o aluno não for capaz de fazer muita coisa, o mestre deverá deixar-lhe pelo menos alguma ilusão de trabalho independente. Para isto, deve auxiliá-lo discretamente, sem dar na vista.

A Sequência Fedathi também leva em consideração as preocupações, dúvidas e sugestões dos discentes, que podem ser a centelha para o início da situação a ser trabalhada no momento, entretanto que esteja relacionada com que se pretende ensinar. Mas o docente sempre deve converter o proposto pelos estudantes na linguagem adequada.

Para uma melhor compreensão das relações existentes entre professores, alunos e o saber em jogo durante a aplicação da Sequência Fedathi, a Fig. 2.3 mostra o esquema proposto pelo Professor Hermínio Borges Neto (Borges Neto et al, 2001), onde contempla o ensino iniciado pelo professor e o saber alcançado pelas ações dos próprios alunos.

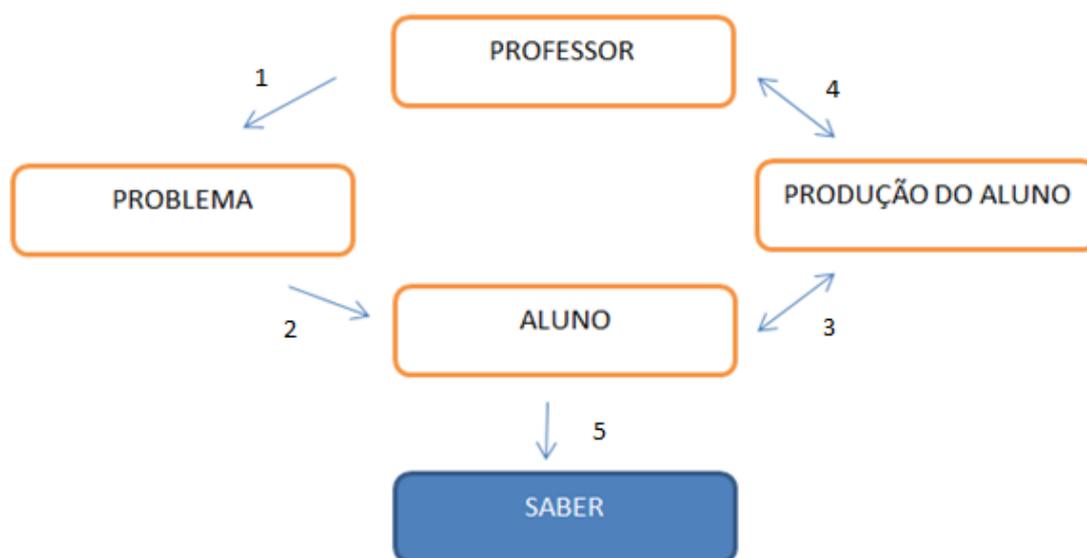


Figura 2.3. Relação Professor-aluno-saber na Sequência de Fedathi

Do esquema da Fig. 2.3 (1); o professor diante do que deseja que os alunos aprendam, apresenta o problema para os estudantes (2); com o problema em mãos, os alunos vão analisá-lo e averiguar uma solução que eles acham pertinente para a situação (3) e (4); mediante a solução desenvolvida um debate será criado pelos discentes e o professor (5); momento no qual o saber é alcançado que corresponde à mediação entre o professor-saber-aluno.

⁷ A Sequência Fedathi constitui uma proposta metodológica desenvolvida por professores, pesquisadores e alunos de pós-graduação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará. Estas pessoas constituem o Grupo Fedathi, formado no início dos anos 1990 para tratar de questões relativas à didática da matemática. (Borges Neto, 1995)

A Sequência Fedathi é organizada por quatro etapas sequenciais e interdependentes: Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova (Borges Neto, Cunha, Lima & Souza, 2001).

A seguir vamos detalhar cada etapa da Sequência Fedathi, destacando como está se processando em cada uma a relação entre o professor e alunos e os discentes entre si.

i) Tomada de Posição: Apresentação do Problema

Em algumas situações os professores não sabem como seus alunos se encontram em relação aos pré-requisitos que devem ter para o bom desenvolvimento da situação que será proposta em sala de aula. Logo um momento de diagnóstico se torna necessário para saber quais conceitos os alunos já trazem para o tema que será abordado como também para determinar de que ponto o trabalho do docente irá começar. Portanto se houver de fato necessidade, informações preliminares de conceitos devem ser apresentadas antes de iniciar a explanação da situação-problema, para cativar os discentes no trabalho que irão desenvolver.

A situação-problema que será exposto para os alunos pelo professor, poderá ser apresentado de várias formas, por escrito, pode ser feito de forma verbal, usando softwares, ou através de um jogo, etc.

Nessa etapa o docente propõe o problema para a turma de forma individual ou dividindo a sala em grupos, facilitando a Interação Multilateral (BORDANAVE, 1977), tornando-o orquestrador do desenvolvimento apenas com o papel de favorecer a reflexão da situação aos alunos. Mas a preocupação do professor com a forma de colocar a situação-problema tem que ser acentuada, pois mesmo com um simples gesto que o aluno venha a interpretar de forma errada, a intenção do educador de transmitir confiança e segurança aos discentes pode sofrer uma transformação não desejada, assim afirma (FREIRE, 2009, p. 42)

Às vezes, mal se imagina o que pode passar a representar na vida de um aluno um simples gesto do professor. O que pode um gesto aparentemente insignificante valer como força formadora ou como contribuição à do educando por si mesmo.

A Figura 2.4⁸ mostra a relação Multilateral que a Sequência de Ensino Fedathi sugeri que se apresente entre o professor e os alunos durante sua aplicação.

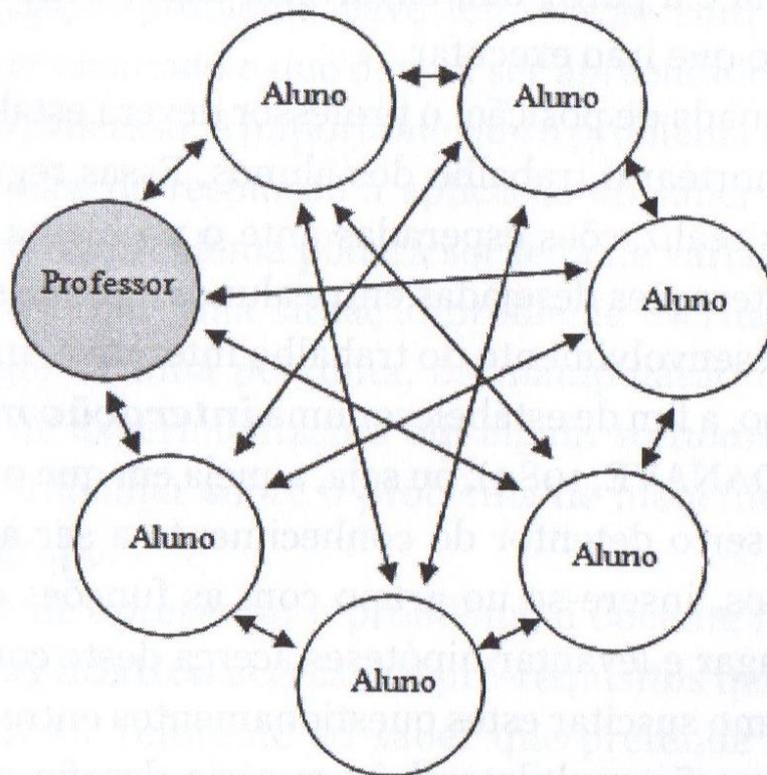


Figura 2.4. Comunicação Multilateral entre os alunos e professor

ii) Maturação: Compreensão e identificação das variáveis envolvidas nos problema

Nessa etapa os alunos buscam desenvolver suas ideias buscando a compreensão da situação-problema, tentando apontar possibilidades de caminhos para solução, identificando os dados do problema, as grandezas envolvidas a relação entre elas e precisam em especial destacar o que está sendo solicitado pela atividade.

Certamente nessa etapa que exige uma porcentagem maior do tempo total, os alunos irão questionar o professor com perguntas sobre o problema ou vão apresentar hipóteses buscando o caminho para a solução que ainda se configura como indagações do alunado e é papel do docente esclarecer, estimular e orientar diante de tais questionamentos.

O Professor deve ficar muito atento ao desenvolvimento da aplicação para ajustar a duração do tempo dedicado a Maturação e verificar constantemente com o comportamento dos estudantes quando mediar o trabalho pois esse momento é imprescindível para aprendizagem final.

iii) Solução: Representação e organização de esquemas/modelos que visem à solução do problema

Nesse momento, os estudantes apresentarão os modelos que para eles são sugestivos para a solução do problema. Deverá acontecer troca de opiniões e ideias entre os discentes, onde cada um ou equipe explanará sobre seus modelos. Nesse instante é importante que o professor juntamente com seus alunos cheguem a conclusão de qual representação de solução é a mais adequada e se só se aplica nessa situação ou abrange outras possibilidades.

Poderá ocorrer durante as discussões de qual modelo é mais adequado, uma indisciplina momentânea na qual o docente deve tornar a incentivar os alunos no sentido de que os raciocínios de cada um também fazem parte do processo do desenvolvimento do modelo. Os autores do trabalho: A Sequência Fedathi: Uma proposta de Mediação Pedagógica no Ensino de Matemática (BORGES NETO, Hermínio, SANTANA, José Rogério, ROCHA, Elizabeth Matos, 2004) sugerem que o comportamento do professor perante os confrontos entre os alunos durante o debate dos modelos seja:

[...]cabe ao professor mostrar aos alunos nesta fase que a construção de conhecimentos envolve erros, acertos e confrontação de ideias. Neste sentido, o professor deve valorizar todas as soluções debatidas independentemente de estarem corretas ou não. O raciocínio deve ser valorizado e não somente as respostas.

Apesar da denominação dessa etapa ser tendenciosa a tal pensamento, não é o momento que os alunos chegam ao conhecimento desejável, mas sim é o instante no qual eles pavimentam juntamente com professor a formalização do modelo adequado, como deixa claro a professora Maria José Araújo Souza na sua tese de doutorado – Aplicações da Sequência Fedathi no Ensino e Aprendizagem da Geometria mediado por tecnologias digitais (SOUZA, 2013, p. 92)

Na feitura da solução, é imprescindível que o professor analise junto aos alunos as diferentes formas de representação por eles apresentadas, para, com apoio nelas, buscar a constituição de novo conceito matemático implicado.

⁸ FONTE: (BORDANA VE; PEREIRA, 1977)

iv) Prova: Apresentação e formalização do modelo matemático a ser ensinado

A Prova é a última etapa do processo da Sequência Fedathi, é nela que o novo saber desejado deve ser incorporado pelo aluno. Esse instante é a finalização do processo da aplicação da Sequência Fedathi que tem o professor com a função de relacionar os modelos apresentados pelos discentes e o modelo científico a fim de que o aluno possa elaborar o modelo geral do objeto em jogo e ser aprendido.

Esse modelo geral por exemplo para uma aplicação da Sequência Fedathi em física pode ser uma fórmula para solucionar um problema que necessite de uma análise quantitativa e solução numérica, ou uma função para determinação de um gráfico no sistema cartesiano que represente as variações entre as grandezas envolvidas, como se refere (SOUZA, Maria José Araújo, 2013, p.33), em Sequência Fedathi: Apresentação e Caracterização.

Podemos dizer que o modelo geral refere-se ao conceito final, representação genérica ou fórmula a ser apreendido pelo aluno, a qual será um objeto de conhecimento tanto para a solução do problema em questão, como para sua aplicação na resolução de outras situações-problema.

Nessa última etapa temos também o momento da avaliação da aprendizagem, que pode se processar de diversas formas, mas com o intuito de verificar a assimilação pelo aluno do modelo geral em questão.

O Sucesso na aprendizagem, decorrente da aplicação da Sequência Fedathi segundo (SOUZA, 2013, p.41), requer em sua aplicação a contemplação e da experiência de aspectos fundamentais, por parte do professor e do aluno, sendo mais relevantes, para o docente, a sequência das etapas, o planejamento, o diagnóstico, a interação, a experimentação, generalização e avaliação. Para os alunos a atividade, a participação, a interação, os questionamentos, a experimentação e a aquisição do novo saber.

A Sequência de Ensino Fedathi se caracteriza como uma metodologia de ensino que favorece o processo de ensino-aprendizagem, norteador o professor na sua prática em sala de aula e incentivando os estudantes a serem sujeitos ativos na construção de seu conhecimento, mas sempre sob supervisão do docente.

2.2 Aspectos da Teoria da Aprendizagem Significativa

Interação é a palavra-chave: interação entre conhecimentos novos e conhecimentos prévios [...] havendo interação, ambos os conhecimentos se modificam: o novo passa a ter significados para o indivíduo e o prévio adquire novos significados, fica mais diferenciado, mais elaborado.

Marco Antônio Moreira

Tomando como ponto de partida as ideias da proposta Ausubeliana de uma aprendizagem cognitiva, onde o que o aluno já sabe é o elemento que mais influencia a aprendizagem, vamos apresentar aspectos da Teoria da Aprendizagem significativa de David Ausubel a partir do que ele considerava como processo de obtenção de informação até a ancoragem dessa informação com significado para o estudante ligada a ideias já existentes nos aprendizes.

O processo de aquisição de informações resulta em uma alteração quer das informações recentemente adquiridas, quer do aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva, à qual estão ligadas as novas informações. Na maioria dos casos, as novas informações estão ligadas a um conceito ou proposição como *ideias* relevantes da estrutura cognitiva. De forma a indicar que a aprendizagem significativa envolve uma interação seletiva entre o novo material de aprendizagem e as ideias preexistentes na estrutura cognitiva, iremos empregar o termo *ancoragem* para sugerir a ligação com as ideias preexistentes ao longo do tempo (AUSUBEL, 2003, p. 03).

Então Ausubel afirma que para um novo conhecimento fazer parte da estrutura cognitiva⁹ do aluno, esse deve ligar-se a ideias e conceitos já existentes e de maneira a causar relevância a esse conteúdo, logo percebemos a seletividade da estrutura cognitiva do aprendiz em relação aos novos materiais que desejamos incorporar fazendo nessa estrutura uma hierarquização dos conceitos, que a medida que novos objetos de aprendizagem vão sendo incorporados a estrutura cognitiva, certos conceitos vão sendo fortalecidos e outros vão se tornando obsoletos passando para uma classificação na escala de exclusão.

⁹ É a estrutura cognitiva, entendida como o conteúdo total de ideias de um certo indivíduo e sua organização; ou, conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimentos (MOREIRA, 1999, p. 152)

Para Ausubel (1963, p. 58), a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento.

Ausubel afirma que a aprendizagem significativa se dá a partir da interação de uma nova informação com todo o conteúdo que já possuímos em nossa estrutura, no qual ele define como conceito Subsunçor¹⁰.

Quando o objeto de aprendizagem é para o subsunçor apenas uma estrutura arbitrária que não transmite significado para o indivíduo a aprendizagem é denominada pelos estudiosos de mecânica ou automática.

No ensino de física em sua grande maioria a pseudo aprendizagem dita mecânica é muito comum, os alunos se deparam com as equações que são apresentadas sem demonstrações matemáticas e são obrigados a aplicar os valores numéricos para encontrarem novos valores que são solicitados nos enunciados e só são capazes de solucionar novas situações se as questões forem idênticas a questão modelo. O aluno nesse caso não consegue ter uma compreensão da informação que o problema queria transmitir e a posteriori não conseguirá solucionar problemas semelhantes em contextos distintos.

No planejamento de suas aulas os professores devem se preocupar em sondar seus alunos sobre os conceitos que compõem sua estrutura cognitiva para após sua identificação saber como desenvolver sua prática docente, que pela Teoria da Aprendizagem significativa sempre levando em consideração os subsunçores dos estudantes e relacionando com material que transfira significado para o discente perante seus conhecimentos prévios os fortalecendo ou tentando deixar um rastro de uma possível alteração perante reflexões dos próprios aprendizes.

No desenvolvimento desse trabalho de mestrado a Sequência de Ensino Fedathi será usada como metodologia de pesquisa e ensino simultaneamente para verificar sua validação no ensino de Física em concordância com a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Durante a aplicação do projeto será realizada sondagem inicial para nortear a realização das aulas levando sempre em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, para favorecer uma aprendizagem significativa e tentar gerar nos docentes o entendimento de que a aprendizagem mecânica praticada na maioria das vezes não desenvolve no estudante significados fortalecedores dos seus subsunçores.

A função do professor no processo ensino-aprendizagem é sem dúvida desafiadora e requer tempo para preparo de suas aulas, pois o que é enfatizado durante as exposições do docente precisa ser escolhido de forma a construir no alunado conceitos que vão de encontro com seus subsunçores. Precisamos deixar claro que o docente se comporta como auxiliar do aluno no sentido dele próprio organizar sua estrutura cognitiva.

Segundo (MOREIRA, 1999, p. 162) o papel do professor na facilitação da aprendizagem significativa envolve pelo menos quatro etapas fundamentais:

(1) Identificar a estrutura conceitual e proporcional da matéria de ensino, isto é, identificar os conceitos e princípios unificadores, inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente de modo que, progressivamente, abranjam os menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos. (2) Identificar quais os subsunçores (conceitos, proposições, ideias claras, precisas, estáveis) relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter em sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente este conteúdo. (3) Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe; determinar, dentre os subsunçores especificamente relevantes (previamente identificados ao “mapear” e organizar a matéria de ensino), quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno. (4) Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa.

Pelo exposto fica claro então, que o professor de posse da sondagem dos subsunçores dos alunos e mediando sua prática em sala de aula com modelos metodológicos facilitadores e incentivadores, favorecem uma aprendizagem significativa aos discentes.

Trataremos a seguir no próximo capítulo, de um apanhado do objeto de estudo em jogo dos alunos, a cinemática do movimento harmônico simples, conteúdo de física utilizado para a aplicação da Sequência de Ensino Fedathi.

¹⁰ A palavra Subsunçor não existe em português; trata-se de uma tentativa de aportuguesar a palavra inglesa “subsumer”. Seria mais ou menos equivalente a inseridor, facilitador ou subordinador (MOREIRA, 1999, p. 153)

CAPÍTULO 3

3. MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES

Eu sabia que a Terra estava rodando, e eu com ela, Paris inteira comigo, e juntos rodávamos sob o Pêndulo que na realidade não mudava jamais a direção do próprio plano, porque lá em cima, de onde pendia, e ao longo do infinito prolongamento ideal do fio, para o alto em direção às mais remotas galáxias, estava, imóvel por toda a eternidade, o ponto fixo.

Umberto Eco

Na natureza os movimentos oscilatórios ou vibratórios são inúmeros. Temos vários exemplos no nosso cotidiano, tais como um relógio de pêndulo, o movimento descrito por um trapezista em um circo, a vibração de uma corda de violão, os pistões nos motores dos carros, diafragmas nos alto-falantes, crianças brincando em um balanço, o movimento das asas de um beija-flor e oscilações mais complexas que ocorre em alguns materiais como o quartzo que quando cortado de maneira específica, oscila numa frequência bastante exata quando submetidos a tensões elétricas onde um circuito integrado converte essas vibrações em informações projetadas em um display digital ou as vibrações de elétrons nas antenas dos transmissores de rádio e televisão e as das moléculas do ar que transmitem a sensação de som.

Oscilar¹¹ significa “... mover ou fazer mover alternadamente, de um lado para outro; balançar-se; mudar de estado; mover-se com frequência¹² ...”. Nesse capítulo apresentaremos alguns movimentos oscilatórios que são descritos e estudados nos livros didáticos de ensino médio e superior, fazendo aprofundamento de maneira especial a cinemática do Movimento Harmônico Simples (MHS), conteúdo de aplicação da intervenção em sala de aula desenvolvido nesse projeto.

¹¹ Definição de oscilar do site de significados Bem falar. com. Disponível em <<http://www.bemfalar.com/significado/oscilar.html>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

¹² Número de oscilações executadas em uma unidade de tempo.

3.1 Movimentos Oscilatórios

As oscilações no mundo real em geral são amortecidas onde o movimento é reduzido gradativamente, pois pela ação das forças de resistência ao movimento, a energia associada ao movimento vai sendo paulatinamente transformada em energia térmica, reduzindo a velocidade do móvel oscilante, por exemplo a suspensão de um carro que se deforma ao passar por um buraco e em seguida volta a posição original e não continua oscilando. Mas essas oscilações podem ser alimentadas por fontes de energias externas, como por exemplo uma criança empurrando outra em um balanço, como mostra a figura 3.1, na qual a energia extra fornecida servirá para manter o movimento ou aumentar as oscilações.



Figura 3.1. Exemplo de Movimento Oscilatório – Balanço¹³

Esses movimentos podem ser descritos matematicamente, levando em consideração fatores que caracterizam o próprio sistema oscilante, seus graus de liberdade, forças de resistência e a ação de agentes externos ao sistema no qual devemos verificar suas dependências com outras grandezas.

Temos oscilações livres, como o pêndulo simples, que não recebe ação de forças externas¹⁴, no qual o sistema oscila com período¹⁵ determinado por parâmetros intrínsecos a ele.

¹³ Fonte: Metamorfose Digital. Disponível em: <<http://www.mdig.com.br/?itemid=18762>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

Podemos ter oscilações ditas forçadas, como no caso do balanço de uma criança empurrada por outra, no qual o sistema é submetido a impulsos externos onde seu período é estabelecido entre uma relação do período da oscilação no caso livre e o período das forças externas atuantes.

Os movimentos oscilatórios podem ser periódicos ou não. São ditos periódicos quando se repetem identicamente em intervalos de tempo iguais e são denominados Movimentos Oscilatórios Harmônicos. Logo definiremos duas grandezas importantes no estudo das vibrações periódicas, o Período (T) e a Frequência (f).

Vamos analisar um oscilador Massa-Mola¹⁶ representado no figura 3.2, considerando a superfície sem atrito, quando deslocado de sua posição de equilíbrio começa a oscilar periodicamente, entre duas extremidades, na qual a distância da posição de equilíbrio a uma extremidade é chamada de Amplitude (A), descrevendo uma oscilação completa em um intervalo de tempo denominado Período. A frequência é definida como o número de oscilações que são completadas em cada unidade de tempo, em geral usamos o segundo unidade do sistema internacional, determinando sua unidade $s^{-1} = \text{Hz}$ (Hertz), mas rotineiramente o minuto também é adotado e sua unidade é expressa por rpm (rotações por minuto). O período e a frequência se relacionam pela equação

$$T = \frac{1}{f}$$

Equação 3.1. Relação entre Período e Frequência



Figura 3.2. Oscilador Massa-Mola¹⁷

¹⁴ Forças que provocam aumento na amplitude da oscilação do sistema.

¹⁵ Tempo necessário para o objeto ou partícula executar uma oscilação completa.

¹⁶ Sistema formado por um bloco e uma mola que obedece à Lei de Hooke

¹⁷ Fonte: Slide Player. Disponível em: < <http://slideplayer.com.br/slide/8842462>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

3.2 Movimentos Harmônico Simples

Vamos estudar agora uma oscilação harmônica que não sofre amortecimento, o Movimento Harmônico Simples. O oscilador Massa-Mola da figura 3.3¹⁸ é um bom exemplo de um sistema em MHS. Estamos interessados nesse item do capítulo em descrever e apresentar uma análise da cinemática desse movimento, quer dizer sem preocupação com as causas, pois a intervenção em sala de aula desse projeto abordou somente a descrição do movimento.

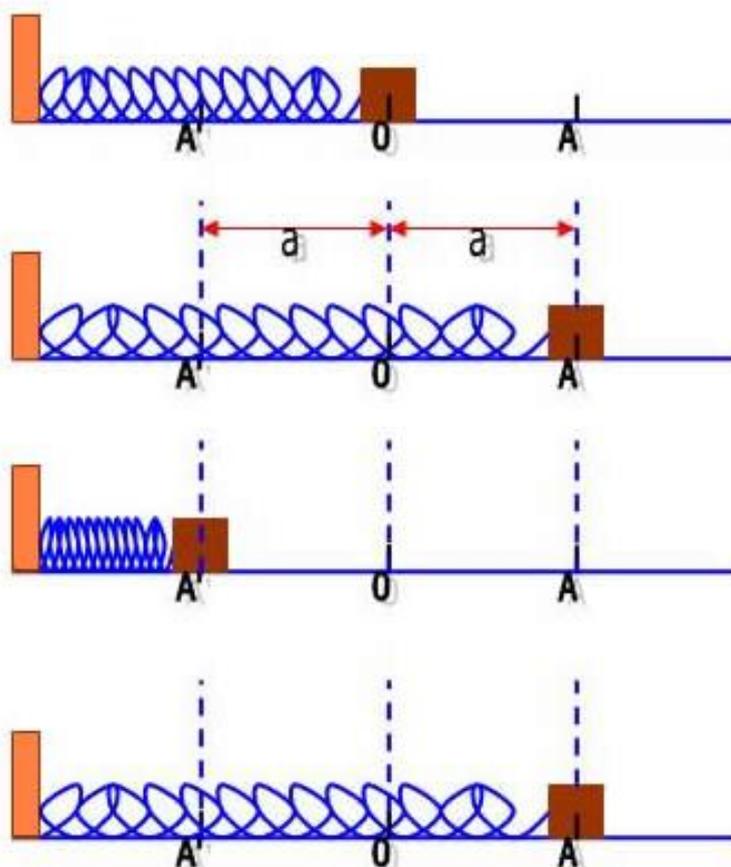


Figura 3.3. Movimento Harmônico Simples

Um corpo que se desloca em um Movimento Harmônico Simples tem sua posição determinada em função do tempo pela equação

$$x(t) = A \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

Equação 3.2. Equação horária das posições

¹⁸ Fonte: Colégio Web. Disponível em: < <http://www.colegioweb.com.br/oscilacoes/cinemática-do-m-h-s.html> >. Acesso em: 10 jun. 2016.

onde A é a amplitude já definida no item 3.1, φ é a fase inicial ou ângulo de fase e ω a pulsação definida por

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

Equação 3.3. Pulsação em função do Período e frequência

e a fase inicial (φ) depende da posição e da velocidade inicial do corpo em $t = 0$. Por exemplo se a partícula iniciou o movimento na amplitude ($+A$) implica que $\varphi = 0$ e se começou em ($-A$) $\varphi = \pi$.

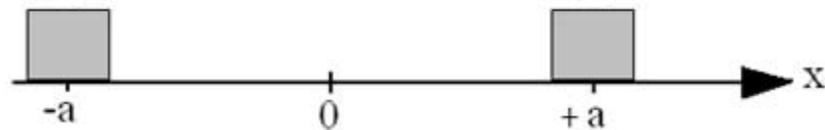


Figura 3.4. Corpo nos pontos extremos da oscilação¹⁹

Com o passar do tempo o corpo oscilante ocupa posições diferentes tendo velocidades e acelerações correspondentes. Nesse movimento a velocidade e aceleração são variáveis. Logo derivando a função de posição Eq. 3.2 determinaremos a função horária das velocidades do MHS.

$$V(t) = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt} [A \cdot \cos(\omega t + \varphi)] \Rightarrow V(t) = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$$

Equação 3.4. Equação horária das velocidades

Analisando a Eq. 3.4 verificamos que quando o $\sin(\omega t + \varphi)$ for igual a 1 ou -1, $V(t)$, terá suas maiores magnitudes dadas por

$$V(t) = \pm \omega A$$

Equação 3.5. Equação das velocidades Máximas

¹⁹ Fonte: Mundo Educação. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/energia-mecanica-mhs.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

Logo teremos as velocidades máximas na posição de equilíbrio $x(t) = 0$, onde seus módulos são dados por

$$|V(t)| = \omega A$$

Equação 3.6. Equação dos módulos das velocidades Máximas

e no caso do $\sin(\omega t + \varphi)$ igual a zero, teremos o corpo passando nas extremidades do movimento $x(t) = \pm A$, com velocidade nula.

Sabendo então da velocidade $V(t)$ podemos determinar a função horária das acelerações derivando a Eq. 3.4.

$$a(t) = \frac{dV}{dt} = \frac{d}{dt} [-A\omega \sin(\omega t + \varphi)] \Rightarrow$$
$$a(t) = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi)$$

Equação 3.7. Equação horária das Acelerações

Repetindo a análise da Eq. 3.4, agora com Eq. 3.7 verificamos que quando o $\cos(\omega t + \varphi)$ for igual a 1 ou -1, $a(t)$, terá suas maiores magnitudes dadas por

$$a(t) = \pm \omega^2 A$$

Equação 3.8. Equação das Acelerações Máximas

e concluímos que quando o corpo estiver passando nos extremos do movimento $x(t) = \pm A$, suas acelerações terão magnitudes máximas de módulos dado por

$$|a(t)| = \omega^2 A$$

Equação 3.9. Equação dos módulos das Acelerações Máximas

como também no caso do $\cos(\omega t + \varphi)$ igual a zero, teremos o corpo passando na posição de equilíbrio do movimento $x(t) = 0$, apresentado velocidade nula.

Mas podemos combinar as Eq. 3.2 e Eq. 3.7 para obter

$$a(t) = -\omega^2 x(t)$$

Equação 3.10. Equação das Acelerações em função das posições

equação que nos permite verificar que a aceleração é diretamente proporcional a posição, mas com sinal oposto. Portanto quando a posição tem valores negativos a aceleração tem valores positivos e vice-versa, e quando $x(t) = 0$, onde o móvel passa na posição de equilíbrio sua aceleração também é zero.

Agora vamos adentrar um pouco na dinâmica do MHS somente para determinar a aceleração do corpo de forma a encontrar a pulsação do sistema. Como dito antes a lei de Hooke²⁰ é obedecida no oscilador Massa-Mola, e como a superfície na qual o bloco desliza apresenta atrito desprezível temos que a força resultante no bloco é a própria força restauradora do movimento que é a força elástica. Então

$$F = m \cdot a = -k \cdot x \Rightarrow a = -\frac{k}{m} \cdot x$$

Equação 3.11. Equação das Acelerações em função das posições

combinando as Eq. 3.10 e Eq 3.11, teremos a pulsação que também é chamada de frequência angular, dada por

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Equação 3.12. Equação da Pulsação ou Frequência Angular

Logo combinando as Eq. 3.3 e Eq. 3.12 podemos escrever o Período e a Frequência de oscilação de um corpo em MHS, dados por

²⁰ O sinal de menos na lei de Hooke ($-K \cdot x$) indica que a força elástica e a posição tem sinais opostos.

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Equação 3.13. Equação do Período do oscilador

$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Equação 3.14. Equação Frequência do oscilador

A Eq. 3.13 e Eq. 3.14, nos mostram que se alterarmos a amplitude de oscilação, o movimento não sofrerá alteração no seu período e frequência, pois os únicos parâmetros que determinam tais grandezas são a massa (m) do corpo oscilante e a constante elástica da mola (k), como mostram as equações.

Vamos agora construir os gráficos das funções horárias de posição Eq.3.2, velocidade Eq.3.4 e aceleração Eq.3.7 do Movimento Harmônico Simples, fazendo a fase inicial $\varphi = 0$, quer dizer o corpo parte de $x = +A$, obtemos os gráficos²¹ representados na figura 3.5.

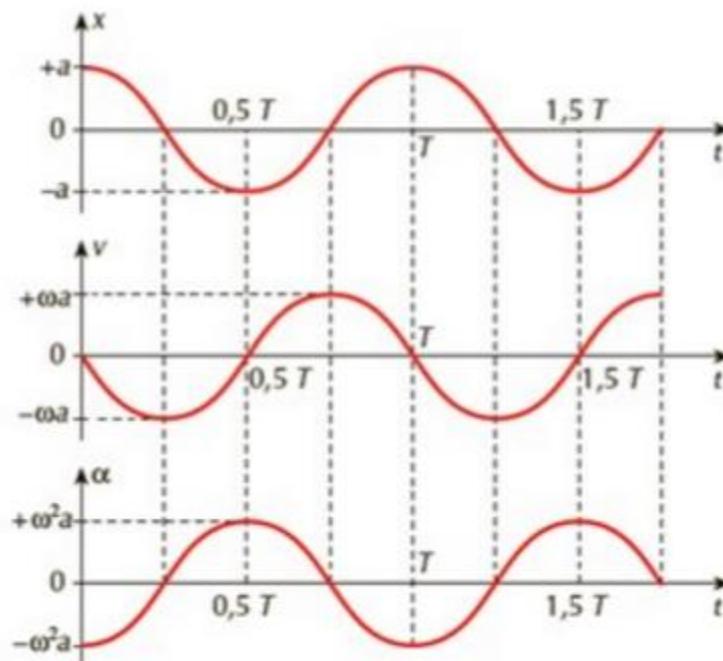


Figura 3.5. Gráficos cinemáticos do MHS

²¹ Fonte: SlidePlayer. Disponível em: < <http://slideplayer.com.br/slide/278080/> >. Acesso em: 10 jun. 2016.

Agora variando a constante de fase φ , fazendo assumir valores $\varphi = 0$, $\varphi = \pi/4$, $\varphi = \pi/2$ e $\varphi = \pi$ e mantendo constante todos os outros parâmetros, vamos verificar quais os efeitos nas construções dos gráficos²² da função horária das posições Eq. 3.2, para cada φ .

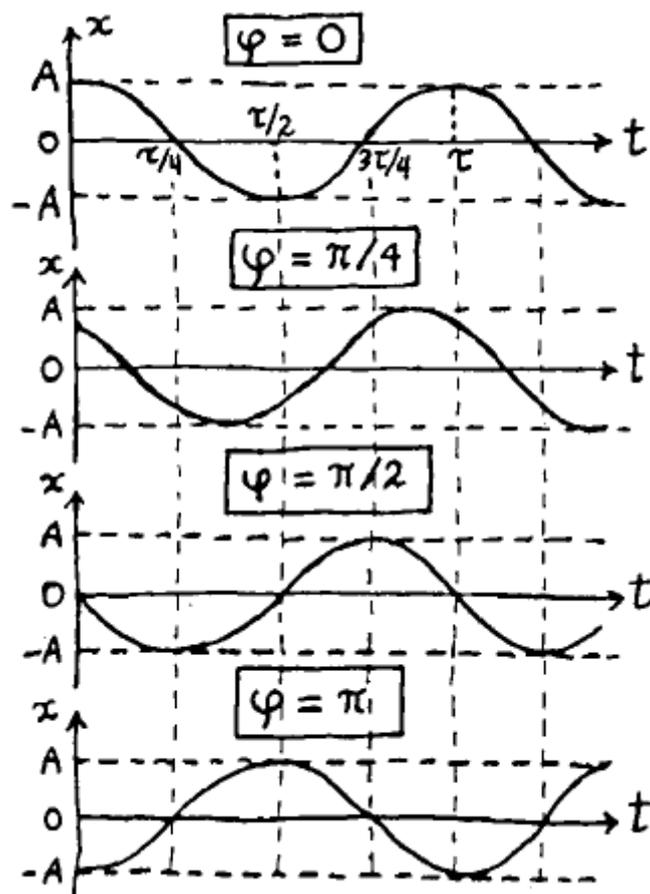


Figura 3.6. Gráficos cinemáticos do MHS com variação da fase inicial

Notemos que o período de oscilação não sofreu alteração com a variação da fase inicial.

No próximo capítulo será explanado o processo de intervenção em sala de aula, qual metodologia utilizada, a produção dos alunos, que resultados foram obtidos e quais suas conclusões.

²² (NUSSENZVEIG, 1999, p. 45)

CAPÍTULO 4

4. METODOLOGIA, INTERVENÇÃO E RESULTADOS

A Pesquisa-ação, como método de abordagem do real, tem sido informada pelos mais variados matizes teóricos. Sua principal característica, a intervenção, se presta tanto a ações integradoras que à auto-regulação do objeto de estudo (grupo, instituição, movimento social, indivíduo) e a mudanças não radicais, como a constatação das estruturas, e à luta por transformações revolucionárias.

Teresa Maria Frota Haguette

Partindo do Problema de Pesquisa proposto no projeto inicial “Como a Sequência FEDATHI pode ser aplicada na resolução de problemas em física em sala de aula e qual seu impacto para uma aprendizagem realmente significativa?”, desenvolvemos nossa pesquisa no sentido de obter ou não a validação da Sequência de Ensino Fedathi para o ensino de Física.

Segundo Gil (2007, p. 17) pesquisa, é conceituada como o

[...] procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados.

Segundo Lombardi (2000) a pesquisa é um meio de construir conhecimento; uma investigação para solucionar um problema, sendo que existe uma ordem de prioridade em que se faz ciência, pela pesquisa e com metodologia.

Então concluímos que para Lombardi a pesquisa é o processo para se obter o fim que é a ciência, com certos caminhos que são as metodologias, corroborando com a definição de Gil.

Minayo (2007, p. 44) define metodologia de maneira abrangente e concomitante

[...] a) como a discussão epistemológica sobre o “caminho do pensamento” que o tema ou o objeto de investigação requer; b) como a apresentação adequada e justificada dos métodos, técnicas e dos instrumentos operativos que devem ser utilizados para as buscas relativas às indagações da investigação; c) e como a “criatividade do pesquisador”, ou seja, a sua marca pessoal e específica na forma de articular teoria, métodos, achados experimentais, observacionais ou de qualquer outro tipo específico de resposta às indagações específicas

A Sequência de Ensino Fedathi de acordo com Minayo se configura como uma metodologia de promover ferramentas do comportamento dos docentes em sala de aula e transformar o aluno em seu processo de aprendizagem num sujeito ativo, construindo seus próprios conhecimentos, que nesse trabalho visa ser significativo.

Buscamos a resposta da aplicabilidade da Sequência FEDATHI na resolução de problemas no ensino de física, propondo situações-problema aos alunos, adotando vários contextos, como definição de grandezas envolvidas do movimento estudado, determinação de um modelo de equação que servirá para a solução de um determinado problema e a construção de gráficos que representam a variação das grandezas em relação as demais.

Desenvolvemos nosso projeto também como uma Pesquisa-ação, na qual o cooperativismo entre os envolvidos torna a intervenção diferenciada do ensino tradicional e o profissional da educação tenta melhorar sua prática. THOLLENT (2000, p.14) define a pesquisa-ação como sendo:

“um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.”

A aplicação do nosso trabalho apresentou como Objetivo Geral, estudar o efeito da atividade de situações problema em física aplicando a Sequência FEDATHI, fundamentado na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel tornando os estudantes mais ativos em seu processo de aprendizagem e com os seguintes objetivos específicos:

- Propor modelos de análises qualitativa de situações problema.
- Favorecer aos discentes a ampliação do conhecimento pelas interações com o grupo e o professor e sempre propiciando sua participação durante todo o processo.
- Compreender analítica e geometricamente a cinemática do Movimento Harmônico Simples.

4.1 A natureza da pesquisa

Com o intuito de investigar com um grupo de alunos suas dificuldades em relação a cinemática do movimento harmônico simples que envolvia as funções trigonométricas seno e cosseno, para posterior aplicação de uma metodologia facilitadora (Sequência Fedathi) para facilitar o processo da solução da situação de desinteresse e produção, a Pesquisa foi realizada no perímetro de natureza qualitativa²³ com o professor como próprio pesquisador, tendo ainda características de pesquisa-ação. Mas os dados obtidos ora eram definições de grandezas, determinação de funções, ora eram valores números calculados a partir das funções encontradas, logo a pesquisa com caráter principal qualitativo, não deixa de ter suas interpretações quantitativas.

Para Erickson (op. cit., p. 121), a pesquisa interpretativa envolve: a) intensa e ampla participação no contexto pesquisado, b) cuidadosos registros do que ocorre nesse contexto juntamente com outras fontes de evidência (e.g., anotações, documentos, exemplos de coisas feitas pelos sujeitos, gravações em áudio ou em vídeo) e c) análise reflexiva de todos esses registros e evidências assim como descrição detalhada (i.e., utilizando a narrativa e transcrições literais de verbalizações dos sujeitos).

O professor na qualidade de orquestrador da pesquisa e sujeito ativo no processo durante todo seu desenvolvimento, sendo observador e participante das situações propostas, inova sua prática docente com a aplicação em sala de aula de novas metodologias de ensino, favorecendo uma melhora na aprendizagem dos alunos e na sua atividade laboral educacional, o tornando um pesquisador absorto na situação de interesse. O professor Marco Antônio Moreira mostra preocupação em relação ao distanciamento da sala de aula, da condução de pesquisa em ensino.

[...] a pesquisa em ensino possui metodologias e bases conceituais para prosseguir e progredir; mas, ainda assim, há um problema sério a se resolver: seu distanciamento em relação à sala de aula. É paradoxal que a pesquisa em ensino seja muitas vezes conduzida em situações de sala de aula e, ao mesmo tempo, esteja distante da sala de aula. Ocorre que o pesquisador em ensino é, na maioria das vezes, externo à sala de aula. Mesmo o pesquisador interpretativo, participante, etnográfico – embora imerso no ambiente estudado (no caso, a sala de aula) durante o período de coleta de dados – é, a rigor, um observador externo (MOREIRA, 1988, p. 43).

²³ Erickson (1986, p. 119), prefere o termo pesquisa interpretativa para se referir a toda uma família de abordagens de pesquisa participativa observacional, em lugar de pesquisa qualitativa [...].

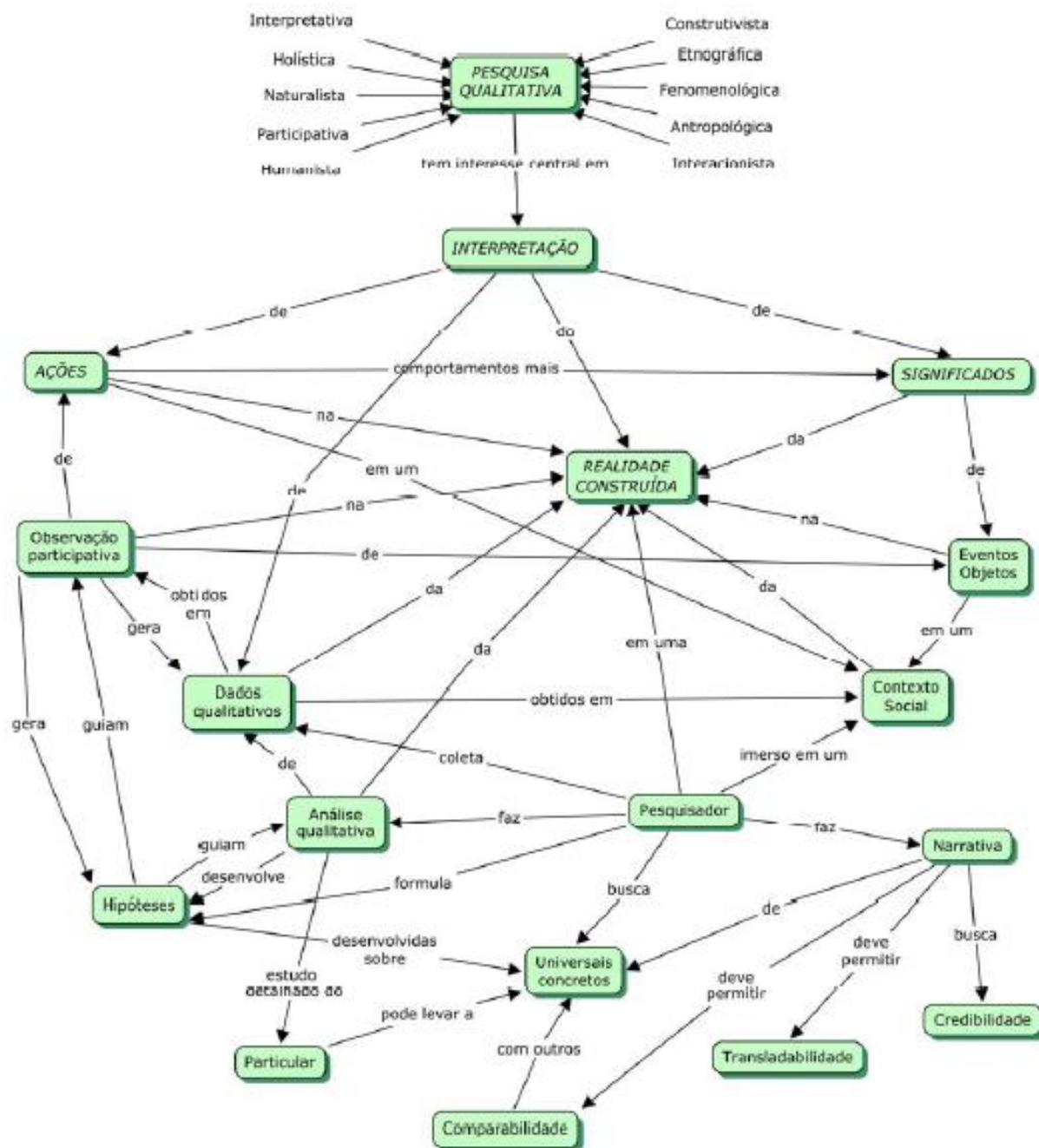


Figura 4.1. Mapa Conceitual para pesquisa educacional qualitativa (M. A. Moreira, 2000)

O mapa conceitual apresentado por Moreira na Fig. 4.1 mostra inicialmente as denominações que a pesquisa qualitativa pode assumir, baseadas nas propriedades associadas a cada uma. Interpretativa, holística, naturalista, participativa, humanística, interacionista simbólica, construtivista, etnográfica, fenomenológica e antropológica, onde apresenta interesse central na interpretação de ações e significados com obtenção de dados de natureza qualitativa.

4.2 O processo de Intervenção

O Ensaio da Sequência Fedathi correspondeu a aplicação de 06 aulas, planejadas e ministradas pelo autor dessa dissertação, na turma do segundo ano do ensino médio de um colégio da rede privada de ensino da cidade de Juazeiro do Norte – CE, procurando intervir de forma eficiente no contexto das aulas de física em um conteúdo dito de difícil compreensão pelos alunos, na mediação didática proposta pela Sequência Fedathi.

A turma era composta de 12 (doze) alunos que não obtiveram aprovação no ano anterior e optaram cursar o terceiro ano do ensino médio realizando progressão parcial na disciplina de física. Essa turma foi escolhida de forma proposital, pois tínhamos alunos que poderiam apresentar conhecimentos prévios importantes para o desenvolvimento desse trabalho, como também iriam ser apresentado ao estudo de um movimento que no ano anterior não estudaram, pelo fato do conteúdo não fazer parte da grade curricular da escola.

As aulas foram realizadas nos meses de maio e junho do ano de 2015 com cronograma apresentado no Apêndice A, no turno vespertino, como duração de 50 minutos cada, com 1 (um) encontro semanal, com autorização da direção da escola e com a ciência de que os encontros eram parte de uma pesquisa de mestrado, mas que durante todo seu desenvolvimento os alunos estariam sendo avaliados, pois era importante para escola a quantificação da aprendizagem no futuro para a aprovação dos mesmos.

Na primeira aula do ano letivo que ocorreu no dia dez do mês de fevereiro os alunos foram apresentados a ementa do curso de progressão parcial em física, que na qual constava nos meses de maio e junho o estudo sobre a cinemática e dinâmica do movimento harmônico simples (MHS). Desde então os discentes foram apresentados a proposta de intervenção didática que seria realizada com tal conteúdo, com a utilização da Sequência de Ensino Fedathi, sem apresentar sua definição e objetivos, para a compreensão da cinemática do movimento estudado, mas deixamos claro para os estudantes que eles seriam indivíduos muito mais ativos no processo de obtenção das soluções para situações-problemas abordadas. Aproveitamos esse momento, para aplicar um questionário estruturado com questões abertas e fechadas apresentado no Apêndice A, com a intenção de identificar as concepções dos alunos acerca do ensino de física e podermos produzir a pavimentação da nossa investigação.

Do mês de fevereiro a metade do mês de maio os alunos estudaram com o mesmo professor aplicador da sequência de ensino, mas da maneira tradicional²⁴, também com o intuito de fornecer parâmetros para comparações e reflexões futuras sobre a aprendizagem nas duas situações metodológicas.

No encontro do dia 12 de maio de 2015, uma aula antes do início do estudo do movimento harmônico simples, realizamos uma sondagem com os alunos a respeito dos conhecimentos prévios sobre as funções harmônicas e algumas definições pertinentes ao estudo em questão, com um questionário estruturado aberto e fechado apresentado no Apêndice A, para sabermos a que nível deveríamos começar a realização da aplicação da sequência FEDATHI, como também diagnosticar os conceitos que os estudantes já possuíam. Souza (2013, p.15) no livro sequência FEDATHI – Uma proposta Pedagógica para o Ensino de Ciências e Matemática mostra a importância do diagnóstico.

[...] o diagnóstico pode ser realizado por meio de dois momentos, o primeiro em que o professor define quais conhecimentos prévios os alunos deveriam ter para a apreensão do novo conhecimento, e o segundo, a realização da investigação junto aos alunos a fim de averiguar se os estudantes são detentores destes conceitos.

Nesse mesmo encontro do dia doze de maio, houve um intervalo atípico para os alunos, pois a escola só oferece uma aula semanal de 50 minutos para os alunos em progressão parcial. Mas em acordo com a coordenação do colégio e com o consentimento dos alunos, realizamos nesse dia duas aulas de 50 minutos cada, com um intervalo de 25 minutos, entre uma aula e outra. Na primeira aula foi aplicado o objeto de sondagem com os discentes, durante o intervalo o professor fez um apanhado dos tópicos que os estudantes mais apresentaram erros ou dúvidas e no segundo momento houve aula expositiva envolvendo os pontos elencados pelo docente que apresentavam algum déficit de conhecimento.

Durante as aulas os alunos foram apresentados ao tema através de explanação do professor no quadro e/ou com simulações através do uso do computador. Em todos os encontros foram formados grupos de quatro alunos para o desenvolvimento do trabalho, totalizando três grupos. Ao final de cada aula após a conclusão do proposto pelo docente, os alunos juntamente com o professor se reuniam para debaterem os resultados alcançados com o objetivo de promover uma intersecção geral dos conteúdos abordados.

O professor nessa prática foi o personagem mediador da situação, mas sempre iniciando o processo e concluindo, sugerindo o tema abordado na aula e propondo ao final das análises dos modelos propostos pelos alunos, o modelo geral de solução. A seguir vamos listar todas as aulas executadas, e posteriormente apresentar de maneira detalhada mostrando quais ideias ou palpites surgiram a partir do alunos, quais estratégias utilizadas pelo docente e todo o desenvolvimento dos encontros. Os planos de aula de cada encontro estão apresentados no Apêndice A.

Inicialmente vamos elencar o encontro do dia 12 de maio de 2015 que podemos chamar de aula inaugural, mas ainda sem a intervenção da Sequência de Ensino Fedathi, onde tivemos a aplicação da sondagem envolvendo funções trigonométricas, conceitos de período e frequência, função horária do movimento circular uniforme e as velocidades lineares e angulares. Logo depois do intervalo de uma aula para outra o professor após ter feito um levantamento da produção dos discentes, explanou para os alunos sobre os pontos em deficiência encontrados na sondagem.

Agora apresentaremos os encontros nos quais a Sequência de Ensino Fedathi foi aplicada como metodologia de solução de situações-problema no ensino de física no estudo do movimento harmônico simples.

1º Encontro

- Apresentação Oral e visual de várias oscilações existentes na natureza.
- Conteúdo: Definição de MHS, amplitude e Oscilação completa.
- Discussão sobre os modelos produzidos (definições de amplitude, do MHS, e oscilação completa) em sala.
- Proposta do modelo geral pelo professor.

2º Encontro

- Apresentação utilizando uma simulação.
- Conteúdo: Período e frequência das oscilações.
- Discussão sobre os modelos produzidos (definições de período e frequência) em sala.
- Proposta do modelo geral pelo professor.

²⁴ Ensino pautado no método de transmissão de informações, via oral, na sala de aula sem intercâmbio externo ou experimentação ativa, onde o aluno é visto como depositário e alvo de informações e o professor cumpre o papel de transmissor do conhecimento.

3º Encontro

- Apresentação expositiva.
- Conteúdo: Relação entre o Movimento Harmônico Simples e o Movimento Circular Uniforme.
- Discussão sobre os modelos produzidos (relacionar MHS e MCU) em sala.
- Proposta do modelo geral pelo professor.

4º Encontro

- Apresentação expositiva.
- Conteúdo: Função horária da elongação do MHS.
- Discussão sobre os modelos produzidos (equação horária da posição) em sala.
- Proposta do modelo geral pelo professor.

5º Encontro

- Apresentação expositiva.
- Conteúdo: Fase inicial.
- Discussão sobre os modelos produzidos (definição de fase inicial) em sala.
- Proposta do modelo geral pelo professor.

6º Encontro

- Apresentação utilizando uma simulação.
- Conteúdo: Gráfico cinemático da elongação versus tempo do MHS.
- Discussão sobre os modelos produzidos (gráficos) em sala.
- Proposta do modelo geral pelo professor.

A seguir vamos apresentar as aulas elencadas de forma detalhada, apresentando os todos os objetos e métodos utilizados para o favorecimento do desenvolvimento da aplicação da Sequência Fedathi.

No primeiro encontro da aplicação da Sequência de Ensino Fedathi, que tinha como objetivos, a definição do movimento harmônico simples, da amplitude do movimento e de uma oscilação completa, foi iniciada com a explanação do professor a respeito dos movimentos oscilatórios.

Foram apresentados aos alunos de forma oral e com imagens no quadro usando o projeto multimídia, exemplos de oscilações²⁵, de forma a não usar os nomes usuais para amplitude e oscilação completa na explanação, usando alguns sinônimos.

Sendo assim foi sugerido aos discentes que fossem formados três grupos de quatro alunos, para solucionarem a situação-problema apresentada (**Tomada de Posição**), que consistia em definir o MHS, a amplitude e determinar quando uma oscilação completa se processava no movimento, e que os estudantes poderiam questionar suas dúvidas e fazer argumentações ao professor.

Os alunos reunidos nos seus grupos com a limitação de não compartilhar ideias com os demais das outras equipes, desenvolviam seus caminhos a fim de determinar seus modelos (**Maturação**). Durante essa etapa os alunos fizeram apenas um questionamento com o professor. A aluna L.B. perguntou “se o corpo conclui uma oscilação completa quando volta para o mesmo lugar que saiu?”, mas o docente tentando apenas estimular a reflexão a responde propondo a recordação das condições iniciais dos movimentos em geral.

Após vinte minutos, todos a partir de seus lugares na sala explanaram suas definições sobre as grandezas solicitadas que foram discutidas pelo professor com todos os estudantes e demais colegas de forma a chegar as definições desejadas (**Solução**). Uma sugestão das definições produzidas pela aluna M. G. está representada na figura 4.2.

Finalizamos a aplicação da sequência Fedathi com a (**Prova**), que consistiu na apresentação mais abrangente do modelo geral das definições solicitadas e que podem ser aplicadas no movimento harmônico simples, ou em qualquer outra situação que se necessite do entendimento envolvido para determinar os conceitos produzidos.

Percebemos que as produções dos alunos não apresentavam divergências exageradas entre si, nem da solução desejada, mas necessitavam de uma formalização técnica, elaborada pelo professor.

²⁵ Relógio de Pêndulo, movimento de um trapezista de circo, vibração de uma corda de violão, pistões nos motores dos carros, balanço de um parque de diversão, movimento das assas de um beija-flor, diafragmas nos alto-falantes, etc.

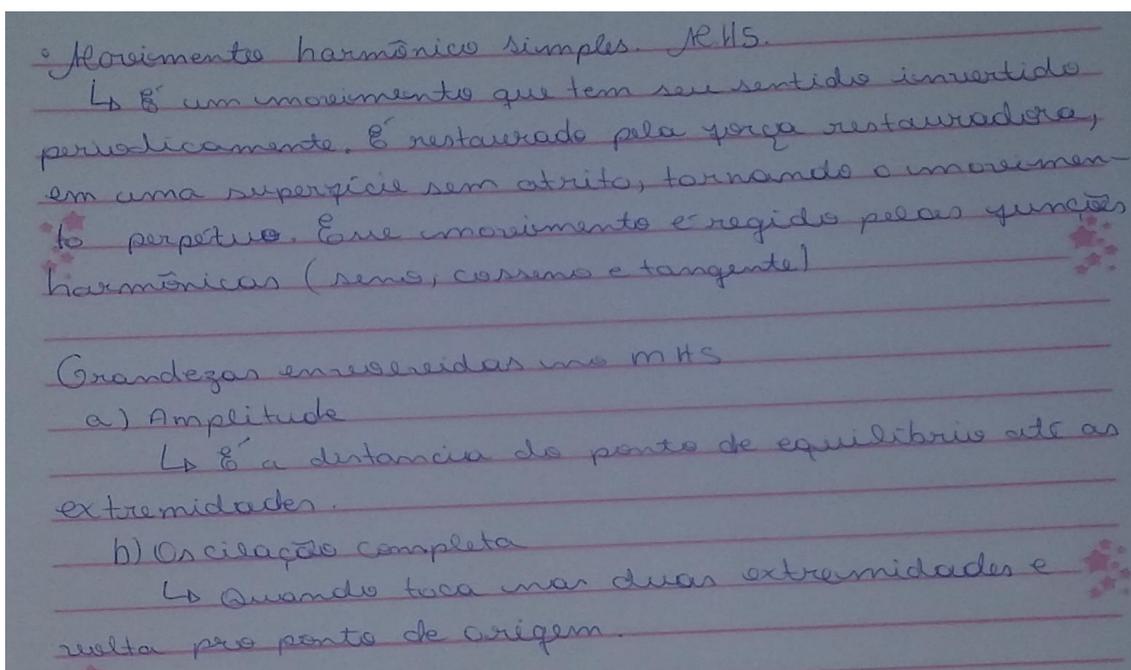


Figura 4.2. Definições produzidas pela aluna M. G.

A segunda aula tinha como objetivos as definições de duas grandezas muito importantes para o estudo dos movimentos periódicos, o período e a frequência das oscilações.

Iniciamos nosso encontro apresentando a simulação de um pêndulo simples oscilando, com possibilidade de modificação, na amplitude do movimento, para verificação de sua dependência com as grandezas objeto de definição dessa aula (**Tomada de Posição**) e foi solicitado aos alunos apresentar as definições de Período e Frequência do MHS.

Usamos a simulação representada pela figura 4.3, Laboratório de Pêndulos do Phet Interactive Simulations, da University of Colorado, disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/pendulum-lab.

A simulação foi usada como ferramenta didática para facilitar a visualização dos discente em relação ao movimento estudado. Segundo Medeiros as simulações são,

representações ou modelagens de objetos específicos reais ou imaginários, de sistemas ou fenômenos, elas englobam uma vasta classe de tecnologias, do vídeo à realidade virtual, para sua elaboração é necessário um modelo de uma situação real, modelo este matematizado e processado pelo computador. (MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C., 2002, p. 79)

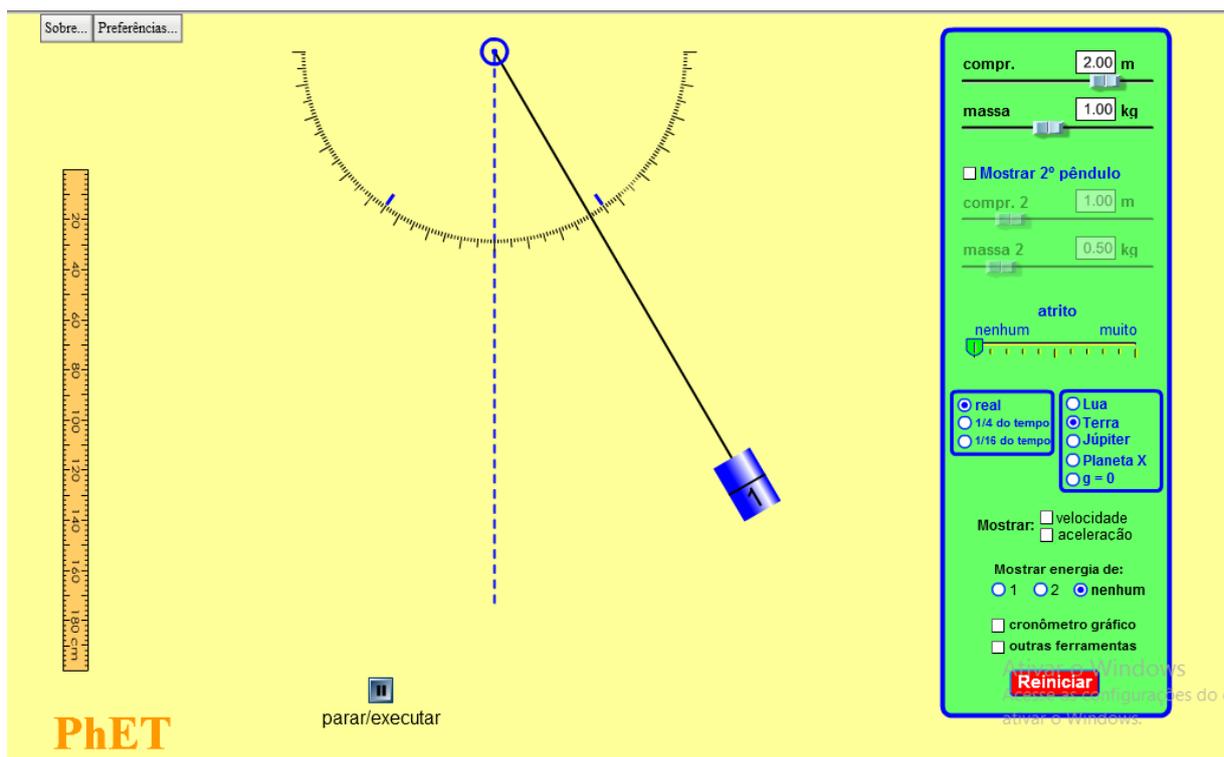


Figura 4.3. Simulação – Laboratório de Pêndulos

Novamente os alunos foram reunidos em grupos para desenvolverem seus caminhos a fim de determinar seus modelos (**Maturação**). Durante essa etapa os alunos não fizeram nenhum questionamento ao professor, mas o docente com a intenção de estimular a produção, indaga se a frequência pode ser obtida em dias ou semanas?

Após quinze minutos, todos a partir de seus lugares na sala explanaram suas definições sobre as grandezas solicitadas que foram discutidas pelo professor com todos os estudantes e demais colegas de forma a chegar as definições desejadas (**Solução**).

Finalizamos a aplicação da sequência Fedathi com a (**Prova**), que consistiu na apresentação mais abrangente do modelo geral das definições solicitadas e que podem ser aplicadas no movimento harmônico simples, ou em qualquer outra situação que se necessite do entendimento envolvido para determinar os conceitos produzidos.

Percebemos que nessa aula o intervalo de tempo de reflexão sobre os modelos que seriam apresentados foi menor, os alunos estavam mais participativos e inseridos no modelo de condução da aula, proposta pelo professor. Em nenhum momento houve indisciplina.

O terceiro encontro apresentava o objetivo de relacionar o movimento harmônico simples com o movimento circular uniforme.

O professor começou os trabalhos indagando aos alunos se os mesmos conseguiriam identificar uma relação entre o MHS e o movimento circular uniforme, **(Tomada de Posição)**.

Os alunos se reuniram novamente em grupo, mas agora em duas equipes de seis discentes. Iniciaram a pavimentação da proposta de modelos **(Maturação)**, mas os dois grupos questionaram após alguns minutos de reflexão sobre a situação-problema abordada: como um movimento retilíneo o MHS poderia se relacionar com um movimento circular?

Tendo em vista a colocação dos alunos o docente ilustrou no quadro uma situação em que um corpo descrevia um movimento circular uniforme (MCU) e a projeção do movimento devido a lâmpadas colocadas nas partes inferiores e superiores como mostra a figura 4.4 descrevia um movimento retilíneo.

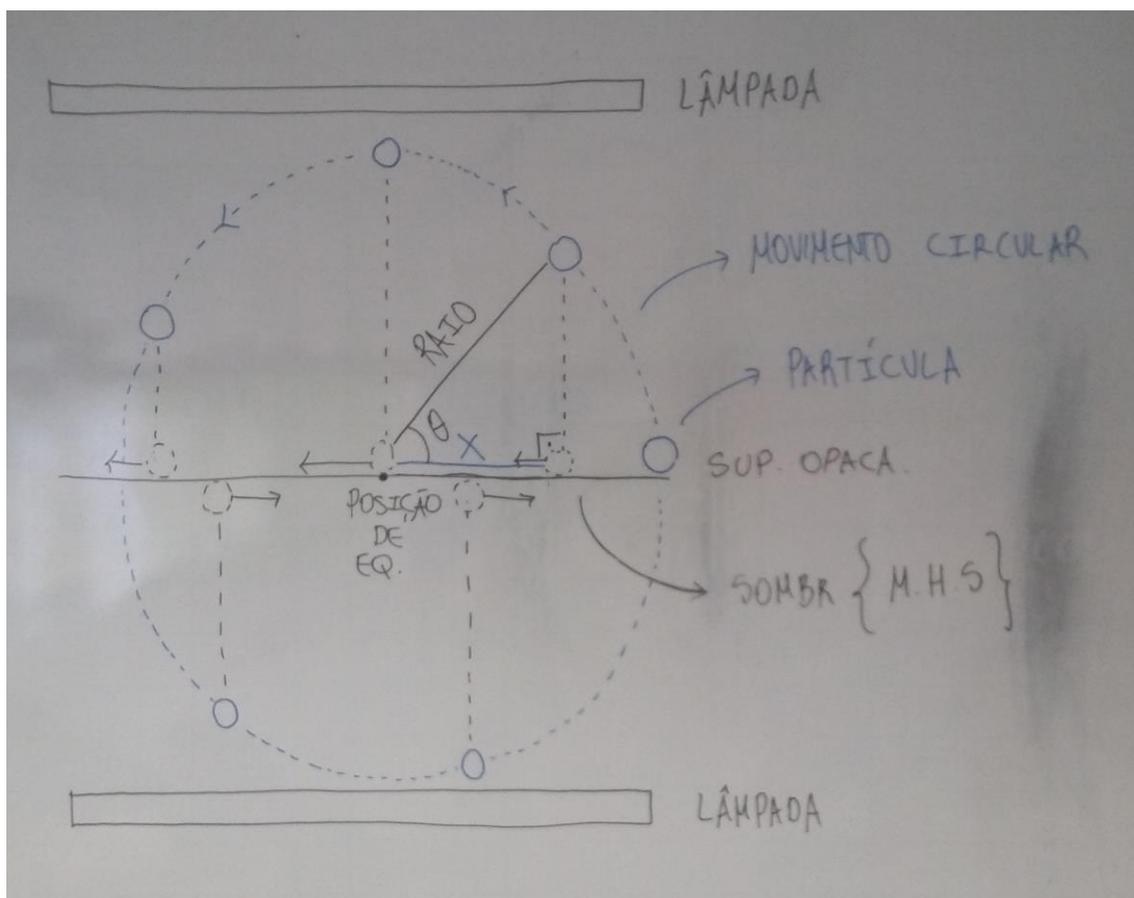


Figura 4.4. Relação entre MCU e MHS

Depois de alguns minutos os alunos quase que simultaneamente, propuseram ao professor que o movimento retilíneo apresentado no quadro era um movimento oscilatório, restava saber se um MHS (**Solução**).

Então depois das discussões entre os dois grupos e o professor, o docente apresentou de forma convergente aos modelos dos alunos (**Prova**), que a sombra do corpo em MCU projetada realizava um MHS.

Na quarta aula o alunado tinha o objetivo de determinar a função horária da elongação do MHS.

O professor inicialmente solicitou aos alunos que verificassem individualmente nas suas anotações e relembassem da relação do MHS e MCU, baseado na imagem (Fig. 4.4) proposta pelo professor na aula anterior.

Depois da formação de três grupos de quatro discentes, o professor propôs (**Tomada de Posição**) que os alunos determinassem uma função horária para calcular as posições do objeto oscilante em MHS.

Os estudantes mais uma vez debatendo entre si nos seus respectivos grupos, tentavam desenvolver um modelo que possibilitasse o cálculo da elongação do corpo em MHS (**Maturação**). Vários questionamentos foram levantados, mas a equipe composta por L.B., M.G., G.O., e A.B.T., fez um questionamento a seguinte pergunta: “Vamos usar esse ângulo da figura para alguma coisa?”, e o docente mais uma vez mediando a situação e tentando estimular a produção fez uma explanação das razões trigonométricas, para reflexão dos alunos.

Após dez minutos, ainda de discussões em grupos isolados, apenas duas equipes apresentaram um modelo a partir do cálculo do cosseno do ângulo apresentado na figura 4.4 (**Solução**). A solução da aluna G.O. está representada na figura 4.5.

Finalizamos a aplicação da sequência Fedathi com a (**Prova**), que consistiu na apresentação mais abrangente do modelo geral pois as duas equipes que propuseram modelos não relacionaram que o raio tinha numericamente o mesmo valor da amplitude do movimento e que poderíamos substituir o argumento geral φ , por $\varphi_0 + \omega t$.

Notamos que quando a situação problema envolve cálculos matemáticos alguns alunos ainda apresentam certas dificuldades em desenvolver um raciocínio para solucionar problemas, e que também novamente os modelos apresentados necessitaram de uma apresentação formal dada pelo professor.

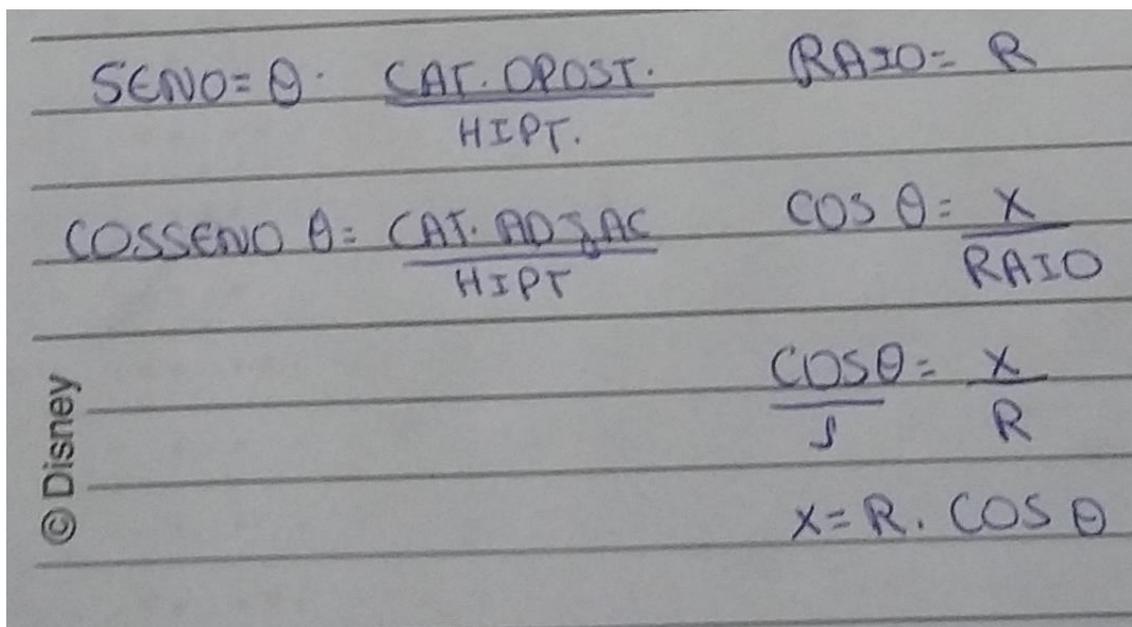


Figura 4.5. Modelo de função horária da elongação proposto pela aluna G.O.

No quinto encontro teremos como objetivo a definição e entendimento da fase inicial do movimento MHS.

Nesse dia cinco alunos faltaram, e os demais pediram ao professor para fazerem juntos a atividade proposta para essa aula. Portanto houve a formação de somente uma equipe apresentada na figura 4.6.



Figura 4.6. Equipe realizando a produção dos modelos solicitados.

O argumento da função cosseno ($\varphi = \varphi_0 + \omega t$) da equação horária das posições do MHS, já tinha sido apresentado na aula anterior, mas não foi detalhado. Logo o professor solicitou aos estudantes iniciar o entendimento da fase inicial φ_0 , determinando sua definição (**Tomada de Posição**).

Os estudantes reunidos debateram entre si, tentando desenvolver um modelo que possibilitasse definir a fase inicial (**Maturação**). Diante de vários questionamentos do grupo, um apresentado foi relevante: Essa equação apresenta semelhança com a função horária do MCU e já que esse movimento se relaciona com o MHS, então $\varphi_0 = S_0$.

O docente na posição de mediador orientou os alunos com uma pergunta: Será que podemos relacionar então φ_0 com a posição angular do objeto em MCU e relacionar com o MHS que pode ser analisado como sua projeção?

Após quinze minutos de debate entre eles, os alunos apresentaram um modelo de solução no qual eles diziam entender a fase inicial como sendo a posição angular inicial do movimento circular uniforme e que teria seu valor indicado pela posição de onde o objeto oscilante inicia o movimento, mas não sabiam definir seu valor quando o corpo saía da posição de equilíbrio (**Solução**).

A aula foi finalizada com a apresentação formal do modelo geral pelo professor (**Prova**).

Concluimos que os alunos necessitavam de mais tempo para terminar seus modelos, pois dúvidas ainda existam, mas infelizmente o tempo da aula estava no fim e o professor necessitava apresentar seu modelo geral. Mesmo assim esse modelo foi baseado nos modelos dos discentes e suas dúvidas foram esclarecidas da forma tradicional.

No último encontro da série de aplicação da Sequência de Ensino Fedathi, termos como objetivo a construção do gráfico cartesiano da posição versus tempo do MHS.

Foi apresentado inicialmente a simulação de um oscilador massa-mola (Fig. 4.7), disponível em <http://slideplayer.com.br/slide/8842462>, que apresentava a formação de dois gráficos provenientes do movimento oscilatório do bloco, com o intuito do aluno perceber como os gráficos se apresentavam.

Logo após a formação dos três grupos de quatro alunos, foi proposto aos discentes que construíssem o gráfico que relacionasse a elongação variando com o tempo no sistema cartesiano (**Tomada de Posição**).

Movimento Harmônico Simples - MHS

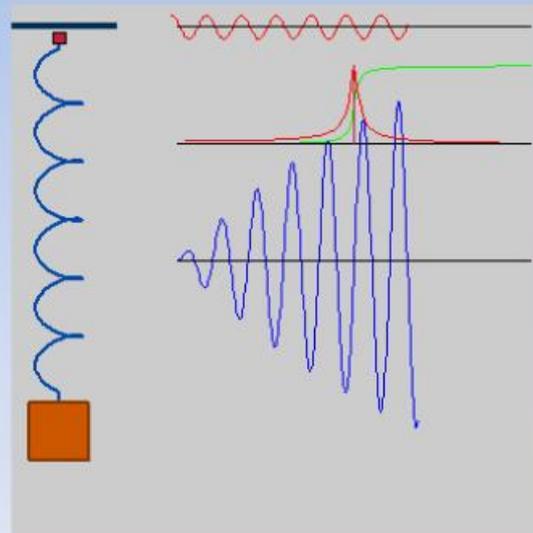


Imagem: Jkrieger / Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported

SlidePlayer 2 / 24

Ativa
case
r c

Figura 4.7. Simulação do oscilador massa-mola com respectivos gráficos

Novamente na etapa de **(Maturação)**, os estudantes reunidos nos seus grupos debateram entre si, tentando desenvolver um modelo que possibilitasse construir o gráfico proposto. Os alunos levantaram alguns questionamentos, como a dúvida de saber se o gráfico poderia ser restas e se o gráfico de um aluno poderia ser diferente do outro, etc.

O professor na intenção de orientar os alunos pediu que eles analisassem a função horária das elongações, pois ela determinava o gráfico solicitado.

Depois de algum tempo os alunos apresentaram seus modelos, debatendo-os com o professor **(Solução)**. Um gráfico produzido pela aluna A.B.T. está representado na figura 4.8

A aula foi finalizada com a apresentação formal do modelo geral pelo professor **(Prova)**, tentando produzir uma aprendizagem significativa, com a incorporação do gráfico de maneira a alcançar uma hierarquia privilegiada na sua estrutura cognitiva.

Na construção dos gráficos podemos observar que os alunos após terem sido informados que a função horária das elongações determinariam o gráfico, verificamos dois modelos produzidos. Um modelo de forma qualitativa como representado na figura 4.8 e outro quantitativo, onde um aluno atribuiu valores para um determinado exemplo proposto por ele mesmo determinando um modelo de solução viável.

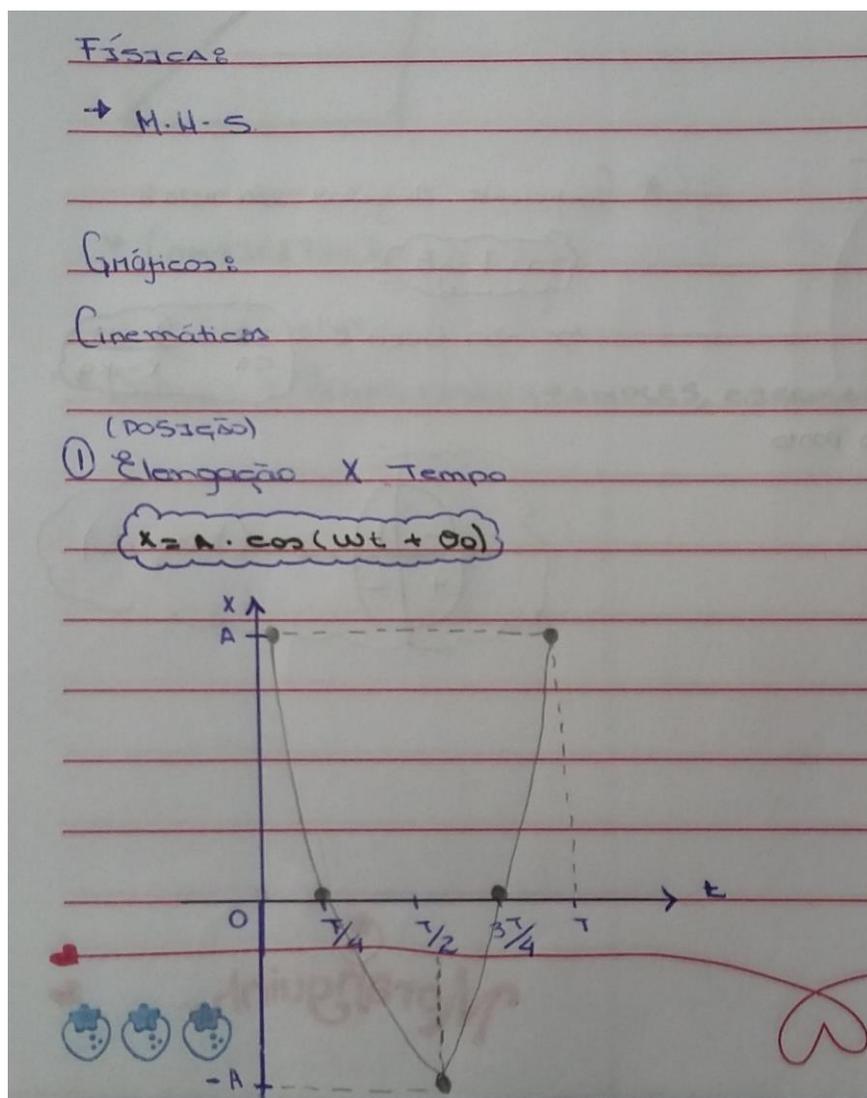


Figura 4.8. Gráfico Elongação x Tempo produzido pela aluna A.B.T.

4.3 Resultados

Partindo da aplicação do questionário aplicado na primeira aula, para identificarmos as aspirações dos discentes a respeito do ensino de física, obtivemos de maneira geral que dos doze alunos que participaram do teste, nove afirmaram não gostar de física (75%), com respostas convergindo para a dificuldade de desenvolver os cálculos matemáticos. No quadro 4.1 apresentamos algumas respostas.

| |
|--|
| <p>QUESTÃO 01</p> <p>Você gosta de física? Por quê?</p> |
| <p>IP: Não, conteúdos, fórmulas, tenho dificuldades nos cálculos.</p> <p>ABT: Mais ou menos, depende do assunto.</p> <p>GO: Não, pois é muito complicado, não me identifico.</p> <p>LB: Não. Porque não sou boa em cálculo.</p> <p>SM: Não. Tenho muitos problemas com cálculos e fórmulas. Porque os assuntos possuem muitas fórmulas, e tenho problemas com fórmulas.</p> <p>DW: Sim, porque envolve cálculos, e a profissão que quero envolve física.</p> <p>EJ: Sim, porque é muito atrativo no uso fora da sala.</p> <p>JK: Mais ou menos, porque tem matemática.</p> |

Quadro 4.1. Respostas dos alunos sobre o gostar de física.

As respostas apresentadas pelos alunos sugerem que os discentes, que afirmaram gostar de física, precisam de um estímulo, pra desenvolver o gosto pela disciplina, como apresentado por DW ele queria ser engenheiro e EJ queria entender conceitos físicos para aplicar fora da sala de aula.

Nesse mesmo questionário todos os alunos explanaram exemplos que achavam ser oscilações, mas não conseguiram determinar o significado de oscilador harmônico simples. Fato que demonstra que os discentes ainda não tinham estudado o MHS e garante uma execução do estudo desse movimento pela aplicação da Sequência Fedathi de forma isenta de conceitos tendenciosos. A seguir mostraremos no quadro 4.2 algumas repostas de exemplos de oscilações encontradas no dia-a-dia apresentadas pelos alunos.

| |
|---|
| QUESTÃO 13 Você consegue dar exemplos de oscilações encontradas no dia-a-dia? |
| IP: Sim. Um relógio de pêndulo. |
| ABT: Ondas. |
| GO: O nível do mar. |
| LB: A temperatura do dia-a-dia. |

Quadro 4.2. Respostas dos alunos sobre oscilações encontradas no dia-a-dia.

Percebemos com as respostas dos alunos que a noção de oscilação se confundem na questão da aplicação, alguns alunos apresentam conhecimentos prévios de uma oscilação realmente de um fenômeno físico como a aluna IP, já o aluno LB tem o entendimento de oscilação como variação de valores numéricos.

Na sondagem, realizada com os alunos, tivemos a intenção de determinar o conhecimento prévio trazido por eles. O teste foi composto por questões que envolviam questões de conceitos físicos do MCU e as funções trigonométricas, que seriam usadas no estudo do MHS.

Nesse teste de sondagem os alunos em sua maioria responderam as questões relacionadas aos conceitos físicos, mas as aplicações quantitativas usando as funções harmônicas foram as questões com o maior número de divergência da resposta esperada. Daí percebemos a necessidade da aplicação de uma aula expositiva sobre as razões trigonométricas e das funções seno e cosseno.

Nas respostas dos alunos que apresentavam deficiência de conteúdo ou de ferramentas matemáticas para execução dos cálculos propostos na sondagem, não são em um todo um problema, pois David Ausubel (2003, p. 155), afirma que a maior preocupação está em ter concepções prévias erradas.

[...] parece aparente que não só a presença de idéias ancoradas claras, estáveis, discrimináveis e relevantes na estrutura cognitiva é o principal fator de facilitação da aprendizagem significativa, como também a ausência de tais idéias constitui a principal influência limitadora ou negativa sobre a nova aprendizagem significativa. Um desses fatores limitadores é a existência de idéias preconcebidas erradas, mas tenazes.

Nas aulas de aplicação da Sequência de Ensino Fedathi, verificamos que todas as etapas foram aplicadas e de maneira sequencial, com a etapa de maior duração de tempo sendo a Maturação. Durante a execução dessa etapa do processo percebemos que em algumas situações os alunos necessitariam de mais tempo para amadurecimento dos modelos que seriam propostos, mas pelo tempo da aula se esgotando o professor, preferiu aproveitar os modelos já estabelecidos com mesmo com suas dependências e propor o modelo geral na etapa da Prova, mas esclarecendo as dúvidas ainda existentes dos alunos, para favorecer uma ancoragem com significado edificador nas suas estruturas cognitivas, tentando alcançar uma aprendizagem significativa.

Verificamos que nas aulas que eram apresentadas algumas simulações computacionais de modelos físicos, que seriam abordados na situação-problema do encontro, os alunos mostraram mais interesse em entender os conceitos físicos envolvidos no movimento além daqueles propostos pelo professor ditos significativos para o momento da análise do movimento.

A apresentação de imagens projetadas no quadro através do computador, também foi uma ferramenta que se configurou em uma forma de estimular os alunos, na etapa de Tomada de Posição da Sequência Fedathi.

Ao final da aula quatro os alunos perguntaram se não iríamos trabalhar com gráficos, já que nos movimentos estudados no primeiro ano viram o Movimento uniforme e o movimento uniformemente variado com seus respectivos gráficos, e é muito debatido na escola e na internet que essa análise gráfica aparecia com muita frequência no Enem.

Diante dessa sugestão e baseado no que preconiza a Sequência de Ensino Fedathi, que o aluno pode ser o iniciador da proposta da situação-problema na aula, mas o professor deve organizar de forma a ter uma apresentação da situação que apresente sentido e seja pertinente ao estudo em questão, utilizamos o último encontro que previamente estava destinado ao estudo de mais uma função horária, mudamos o foco e apresentamos como proposta a construção gráfica da elongação do MHS.

Percebemos que com a aceitação por parte do professor da sugestão dos alunos, os mesmos mostraram mais interesse e motivação para produzir seus modelos.

Durante a aplicação do projeto em sala de aula com os alunos verificamos que os discentes se comportaram bem, não houve indisciplina no momento da refutação de alguns modelos propostos por eles e suas modelagens da situação proposta mais se aproximaram do modelo geral pretendido pelo professor, quando o conteúdo não envolvia cálculos matemáticos.

4.4 Conclusões

Foi apresentado no capítulo de introdução, que o objetivo da aplicação da Sequência de Ensino Fedathi, proposta inicialmente para utilização no ensino de matemática, era de verificar sua aplicabilidade no ensino de física, no estudo da cinemática do movimento harmônico simples, tentando favorecer uma aprendizagem significativa.

A sequência Fedathi apresenta como objetivos, segundo (Souza, 2013, p.40): Apresentar um modelo de ensino, que inclua a investigação científica como uma das etapas na elaboração do conhecimento; oferecer elementos que contribuam para as ações e intervenções do professor no processo de ensino e propiciar a participação ativa do aluno durante todo o processo de ensino. Objetivos tais que durante a aplicação desse projeto de pesquisa foram alcançados de forma clara e evidente.

Tendo em vista as etapas da Sequência Fedathi: Tomada de Posição, Maturação, Solução e Prova, como sendo uma nova metodologia de aplicação da solução de situações-problema em sala de aula, mesmo encontrando barreiras iniciais dos próprios alunos e também do sistema educacional em geral que em sua grande maioria ainda defendem o modelo tradicional de ensino, conseguimos aplicar de forma satisfatória todas as etapas da sequência de forma sequencial e fazendo a distinção de cada fase em todos os momentos dos encontros.

Verificamos o comportamento dos alunos no desenvolvimento da aplicação da sequência em cada aula, como participação, interação, questionamentos, debates e a incorporação de um novo saber aulas. Já o professor espera ter sido um mediador com características de planejamento, estimulação, esclarecimentos e avaliação sem muita interferência nos modelos propostos pelos discentes.

Esperamos que a aprendizagem dos alunos tenha sido significativa, pois é bem difícil definir se houve ou não aquisição significativa. Mas desenvolvemos nossas aulas de forma a sempre levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos e tentando incorporar o objeto de estudo de forma a obter uma hierarquização importante na sua estrutura cognitiva do aluno.

A pesquisa nos mostra que a Sequência de Ensino Fedathi foi muito bem aplicada ao ensino de física, podendo ser caracterizada como ferramenta metodológica importante no estudo de conteúdos físicos em sala de aula, transformando o aluno em

pesquisador de seus próprios modelos de solução e regendo o comportamento do professor. Num primeiro trabalho, realizado em 2013, que visou a aplicação da sequência FEDATHI ao ensino de Física, apresentado no livro Sequência Fedathi (Borges coord. 2013) no capítulo, Uma Experiência de Aplicação da Sequência Fedathi no Ensino de Física (Nobre coord. 2013, p 119), observou-se a necessidade de uma pequena adaptação da mesma. Porém, no trabalho desta dissertação, esta sequência de ensino foi perfeitamente aplicada em todas suas etapas. A principal razão, acreditamos, ser devido ao fato de termos trabalhado com questões, que além da discussão teórica, havia uma forte necessidade de solução matemática.

Mostramos com esse trabalho, que o interesse produzido no aluno pela aplicação da Sequência Fedathi durante as aulas foi crescente e sugere a nós professores uma reflexão de mudança de comportamento dentro da sala de aula. Finalmente acreditamos que a aprendizagem significativa foi motivada nos alunos e que a Sequência de Ensino FEDATHI foi a ferramenta utilizada para tal fim. Com isso visamos validar a aplicação da Sequência FEDATHI no ensino de física, mas também acreditamos que as pesquisas sobre o tema devem ser continuadas.

Quanto ao produto educacional apresentado nos Apêndices B e C, acreditamos que possa ajudar os professores e professoras à aplicação da Sequência FEDATHI, e que pavimente um caminho para uma aprendizagem significativa.

APÊNDICE A

PLANOS DE AULA E QUESTIONÁRIOS

Primeiro apresentaremos o cronograma das aulas desenvolvidas com suas respectivas datas de realização e conteúdos abordados na Tabela

| CRONOGRAMA DE AULAS | | |
|----------------------------|-------------|---|
| AULA | DATA | CONTEÚDO |
| 01 | 18/05/2015 | Definição de MHS, amplitude e Oscilação completa. |
| 02 | 19/05/2015 | Período e Frequência. |
| 03 | 02/06/2015 | Relação entre o MHS e o MCU. Fase inicial. |
| 04 | 09/06/2015 | Função horária da elongação do oscilador massa-mola. |
| 05 | 16/06/2015 | Função horária da velocidade do oscilador massa-mola. |
| 06 | 23/06/2015 | Gráficos cinemáticos do MHS. |

Tabela A.1: Cronograma de aulas

Em seguida vamos expor os Planos de aula dos encontros realizados com seus respectivos objetos facilitadores de estudos (Questionários, Sondagens, ferramentas didáticas utilizadas, etc.)

Apresentaremos inicialmente o plano de aula e o questionário aplicado no encontro inicial no dia dez do mês de fevereiro de 2015.

PLANO DE AULA

1. IDENTIFICAÇÃO

| | | | |
|--|----------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Escola Colégio Objetivo de Juazeiro do Norte - CE | Disciplina Física | Série 2º ano do Ensino Médio | Turno Vespertino |
| Aula INICIAL | Data 10/02/2015 | Duração 50 minutos | Nº de Alunos 12 |
| | | Faixa Etária 16 a 18 anos | Professor Thiago Arrais Soares |

2. PLANO

| Objetivos | Conteúdo Programático | Recursos |
|--|---|--|
| <p>Que o alunado possa ao final da aula:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ter respondido individualmente com consciência e por escrito o questionário proposto; | <ul style="list-style-type: none"> - Perguntas pessoais envolvendo o ensino de física; - Oscilações em geral; - Movimento Harmônico Simples; | <ul style="list-style-type: none"> - Questionário em papel. |

3. METODOLOGIA:

| Introdução | Desenvolvimento | Conclusão |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Inicialmente faremos a aplicação de um questionário escrito onde o aluno responderá individualmente perguntas na qual as questões foram elaboradas com o intuito de conhecer as aspirações e experiências dos alunos em relação a disciplina de física. | <ul style="list-style-type: none"> - Após a resposta ao teste os alunos participarão de um debate entre eles e o professor. | <ul style="list-style-type: none"> - Finalizaremos o encontro levantando questionamentos acerca do conhecimento prévio dos estudantes em relação ao que eles entendem por oscilação, fazendo um paralelo entre o tema que irá ser trabalhado no projeto e os conhecimentos prévios do alunado. |

4. AVALIAÇÃO:

- Avaliação diagnóstica que tem como alguns de seus objetivos: Abertura de possibilidades para que o educando reflita sobre o que já é capaz de realizar e compreender, para que possa ser capaz de solucionar problemas da vida cotidiana e do mundo da escola.

5. REFERÊNCIAS:

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. História. Brasília: MEC/SEF, 1998.

Hamburger, EW; Mattos, CR; Simonetti, R; Gaspar, A; Ferreira, NC (2000) **Física – 2º grau - Vol 2** - Telecurso 2000 Editora Globo - São Paulo

Ramalho, Nicolau & Toledo. **Os Fundamentos da Física – Vol2**, 10ª edição, Editora Moderna. 2014.



| | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|------------------|
| Verificação: QUESTIONÁRIO | Disciplina: Física | Turma: PROG. PARCIAL | Ensino: Médio | Estrutura: 2* |
| Professor: Thingo Azeis | | | | Data |
| Aluno(s): | | | Nº | NOTA |

QUESTIONARIO DE FISICA

01. Você gosta de física? Por quê?

02. Você tem boas notas em física? Por quê?

03. Você acha que o ensino de física é importante? Por quê?

04. Existe diferença entre as disciplinas de física e matemática? Por quê?

05. Você consegue relacionar o que aprende em sala de aula na disciplina de física com seu cotidiano?

06. Você já realizou alguma experiência prática de Física?

07. Você já participou de alguma olimpíada de conhecimento em física?

08. Cite o nome de um físico que você conhece.

09. Faça uma pergunta sobre algum assunto da física que você sempre quis saber, mas nunca teve oportunidade de perguntar.

10. Como você gostaria de estudar física?

- So na sala de aula
- Na sala com experiências
- no laboratório de ciências
- no laboratório de informática

11. Qual a sua maior dificuldade na disciplina de física?

- Entender os calculos
- interpretar a teoria
- A relação entre a teoria e prática
- A forma como é trabalhada pelo professor

12. Você sabe o que é oscilador harmônico simples?

13. Você consegue dar exemplos de oscilações encontradas no dia-a-dia?

A seguir vamos expor o plano de aula e o teste de sondagem do encontro do dia 12 de maio de 2015, que ainda não é referente ao início da aplicação da Sequência Fedathi, mas se configura em um encontro muito importante, pelo fato de identificar os conhecimentos prévios dos alunos.

PLANO DE AULA

1. IDENTIFICAÇÃO

| | | | |
|--|----------------------|---------------------------------|---------------------|
| Escola Colégio Objetivo de Juazeiro do Norte - CE | Disciplina Física | Série 2º ano do Ensino Médio | Turno Vespertino |
|--|----------------------|---------------------------------|---------------------|

| | | | | | |
|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Aula INAUGURAL | Data 12/05/2015 | Duração 100 minutos | Nº de Alunos 12 | Faixa Etária 16 a 18 anos | Professor Thiago Arrais Soares |
|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------------------|

2. PLANO

| Objetivos | Conteúdo Programático | Recursos |
|---|---|--|
| <p>Que o alunado possa ao final da aula:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entender e determinar o argumento de uma razão trigonométrica; - Relacionar os ângulos de 30°, 45° e 60° com seus respectivos senos e cossenos; - Compreender o ciclo trigonométrico; - Determinar os ângulos equivalentes em razões trigonométricas; - Calcular o valor numérico de uma variável em uma função harmônica; | <ul style="list-style-type: none"> - Período e Frequência de oscilações; - Movimento circular uniforme; - Funções seno e cosseno; - Ciclo Trigonométrico; | <ul style="list-style-type: none"> - Teste de Sondagem em papel. - Quadro Branco, pincel e apagador; - Ciclo trigonométrico em madeira. |

3. METODOLOGIA:

| Introdução | Desenvolvimento | Conclusão |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Aplicaremos inicialmente um teste de sondagem. | <ul style="list-style-type: none"> - Em segundo momento, recordaremos a tabela de ângulos que geralmente se estuda na matemática como "ângulos obrigatórios", que devem ser conhecidos pelos discentes para resolução de questões. A partir do conhecimento dos ângulos ditos notáveis vamos relacioná-los com seus ângulos congruos usando o ciclo trigonométrico para determinarmos suas razões trigonométricas. | <ul style="list-style-type: none"> - Finalizaremos o encontro apresentando as funções harmônicas, relacionando-as com os movimentos oscilatórios periódicos para determinação das grandezas envolvidas nas funções. |

4. AVALIAÇÃO:

| |
|---|
| <p>- Avaliação diagnóstica que tem como alguns de seus objetivos: Abertura de possibilidades para que o educando reflita sobre o que já é capaz de realizar e compreender, para que possa ser capaz de solucionar problemas da vida cotidiana e do mundo da escola. </p> |
|---|

5. REFERENCIAS:

| |
|---|
| <p>Dante, L. Roberto. Matemática contexto e aplicação, Vol. 2, 2ª edição. Editora ática. 2014.</p> <p>G. Iezzi, O. Dolce, D. Degenszajn, R. Périco e N. Almeida. Matemática Ciência e Aplicações, vol 2, 4ª edição. Editora Atual. 2006. São Paulo.</p> <p>Dante, Luiz Roberto. Matemática Contexto e Aplicações, vol 2, 2ª edição. Editora Ática. 2014. São Paulo.</p> <p>D. Halliday, R. Resnick, J. Walker – Fundamentos de Física – Vol.2, 3ª Edição LTC Editora - 1998</p> <p>H. M. Nussenzveig. Curso de Física Básica 2. 3ª Edição. Edgard Blücher Ltda – 1996.</p> <p>Ramalho, Nicolau & Toledo. Os Fundamentos da Física – Vol1 e Vol2, 10ª edição, Editora Moderna. 2014.</p> |
|---|



| | | | | |
|--------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|---------------------|
| Verificação: SONDAGEM | Disciplina: Física | Forma: PROG. PARCIAL | Ensino: Médio | Estrutura: 2* |
| Professor: Thiago Azeis | | | | Data: 12/05/2015 |
| Aluno(a): | | | Nº | NOTA |

TESTE DE SONDAAGEM

01. Um pêndulo vai de uma posição A a uma posição B, pontos extremos de uma oscilação, em 2 s. Desprezando a resistência do ar, determine o período (T) em segundos e a frequência (f) em Hz desse pêndulo.

- a) $T = 2 \text{ s}$ e $f = 0,25 \text{ Hz}$ b) $T = 4 \text{ s}$ e $f = 0,5 \text{ Hz}$ c) $T = 4 \text{ s}$ e $f = 0,25 \text{ Hz}$
d) $T = 2 \text{ s}$ e $f = 0,5 \text{ Hz}$ e) $T = 1 \text{ s}$ e $f = 0,1 \text{ Hz}$

02. Uma partícula executa um movimento circular uniforme de raio 2m com função horária das posições $S = 4 + 2t$ (unidades do sistema internacional). Determine o espaço angular inicial e a velocidade angular.

- a) 2 rad e 1 rad/s b) 1 rad e 2 rad/s c) 2 rad e 0,5 rad/s
d) 0,5 rad e 2 rad/s e) 1 rad e 1 rad/s

03. (Unesp-SP-adaptada) Do solo, você observa um amigo numa roda-gigante. A altura h em metros de seu amigo em relação ao solo é dada pela expressão $h(t) = 11,5 + 10 \cdot \sin\left[\frac{\pi}{12}(t - 26)\right]$, onde o tempo t é dado em segundos e a medida angular em radianos. Determine a altura em que seu amigo estava quando a roda começou a girar ($t=0$).

- a) 16,5 m b) 11,5 m c) 5 m d) 6,5 m e) 10 m

04. (UFPE-adaptada) O PIB (Produto Interno Bruto, que representa a soma das riquezas e dos serviços produzidos por uma nação) de certo país, no ano $2000+x$, é dado, em bilhões de dólares, por $P(x) = 500 + 0,5 \cdot x + 20 \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot x}{6}\right)$, onde x é um inteiro não negativo. Determine, em bilhões de dólares, o valor do PIB do país em 2004.

- a) 500 bilhões de dólares b) 492 bilhões de dólares c) 200 bilhões de dólares
d) 202 bilhões de dólares e) 504 bilhões de dólares

05. Em relação ao movimento circular uniforme marque a alternativa correta.

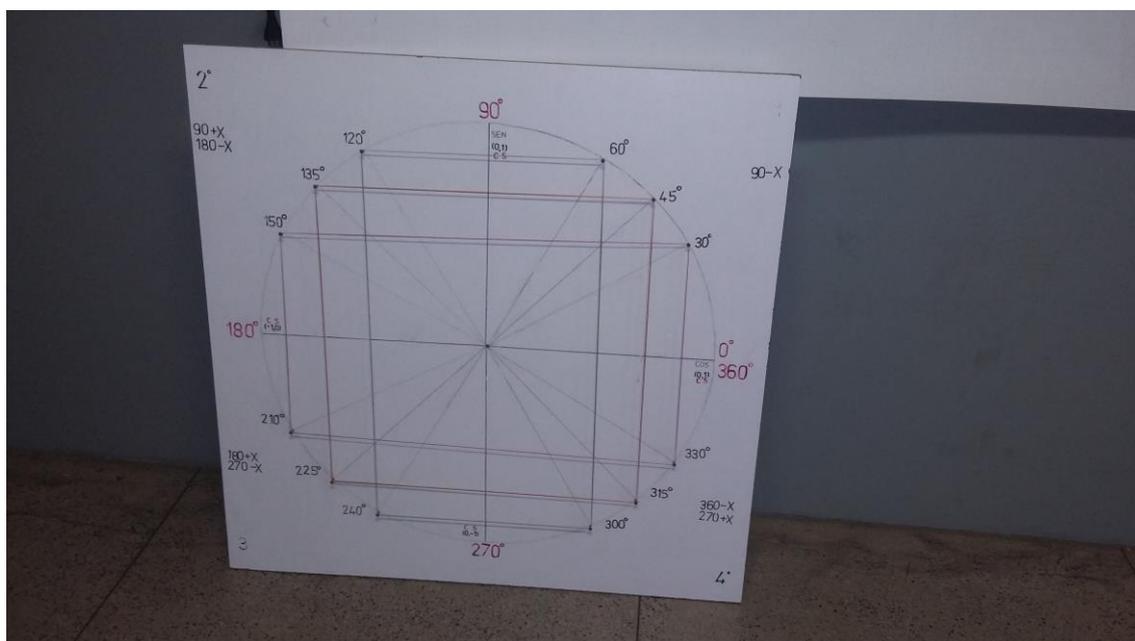
- a) A velocidade vetorial é constante.
b) Não existe aceleração, pois a velocidade é constante.
c) O módulo da velocidade é constante.
d) Não existe aceleração, pois o módulo da velocidade é constante.
e) O módulo da velocidade é variável.

06. (FAAP) Dois pontos A e B situam-se respectivamente a 10 cm e 20 cm do eixo de rotação da roda de um automóvel em movimento uniforme. É possível afirmar que:

- a) O período do movimento de A é menor que o de B.
b) A frequência do movimento de A é maior que a de B.
c) A velocidade angular do movimento de B é maior que a de A.
d) As velocidades angulares de A e B são iguais.
e) As velocidades lineares de A e B têm mesma intensidade.

OBS.: É obrigatório a apresentação dos cálculos corretos para que as questões sejam validadas como corretas.

Ciclo trigonométrico em madeira que foi utilizado como recurso didático no segundo momento da aula no dia 12 de maio de 2015.



Vamos apresentar a seguir todos os planos de aula dos encontros da aplicação da Sequência Fedathi.

PLANO DE AULA

1. IDENTIFICAÇÃO

| | | | |
|--|----------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Escola Colégio Objetivo de Juazeiro do Norte - CE | Disciplina Física | Série 2º ano do Ensino Médio | Turno Vespertino |
| Aula 01 | Data 18/05/2015 | Duração 50 minutos | Nº de Alunos 12 |
| | | Faixa Etária 16 a 18 anos | Professor Thiago Arrais Soares |

2. PLANO

| Objetivos | Conteúdo Programático | Recursos |
|---|--|--|
| <p>Que o alunado possa ao final da aula:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definir amplitude de uma oscilação; - Determinar quando uma partícula executa uma oscilação completa; | <ul style="list-style-type: none"> - Amplitude de uma oscilação; - Oscilação completa em um movimento harmônico simples; | <ul style="list-style-type: none"> - Computador; - Projetor multimídia; - Quadro branco, pincel e apagador; |

3. METODOLOGIA:

| Introdução | Desenvolvimento | Conclusão |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Inicialmente faremos uma apresentação de exemplos de oscilações que ocorrem na natureza e no cotidiano, buscando definir tal fenômeno. | <ul style="list-style-type: none"> - Após os comentários e sondagem iniciais sobre o tema em questão, lançaremos para os discentes a necessidade de definição da grandeza amplitude e da situação que define uma oscilação completa. - Os temas da aula serão abordados com a utilização da Sequência de Ensino Fedathi, onde os alunos terão a oportunidade de debaterem entre si e com o docente fazendo perguntas baseadas nas conclusões e dúvidas geradas na pavimentação da solução do proposto pelo professor. | <p>Retomaremos os questionamentos apresentados no início da aula, fazendo um paralelo entre o tema exposto e os conhecimentos prévios do alunado.</p> <p>Finalizaremos com a apresentação da definição de amplitude e determinação da execução de uma oscilação completa.</p> |

4. AVALIAÇÃO:

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Interação e participação dos alunos em discussões em sala de aula e na realização das atividades propostas; - Nível dos questionamentos feitos pelos alunos; - Atividade verbal buscando perceber a capacidade dialógica de solucionar problemas, a partir dos conteúdos expostos. - Avaliação diagnóstica que tem como alguns de seus objetivos: Abertura de possibilidades para que o educando reflita sobre o que já é capaz de escrever, compreender, opinar, discordar, situar-se no mundo que está imerso, para que possa ser capaz de solucionar problemas da vida cotidiana e do mundo do trabalho, além de desenvolver uma consciência crítica. |
|---|

5. REFERENCIAS:

| |
|--|
| <p>D. Halliday, R. Resnick, J. Walker – Fundamentos de Física – Vol.2, 3ª Edição LTC Editora - 1998</p> <p>H. M. Nussenzveig, Curso de Física Básica 2. 3ª Edição. Edgard Blücher Ltda – 1996.</p> <p>Hamburger, EW; Mattos, CR; Simonetti, R; Gaspar, A; Ferreira, NC (2000) Física – 2º grau - Vol 2 - Telecurso 2000 Editora Globo - São Paulo</p> <p>Ramalho, Nicolau & Toledo. Os Fundamentos da Física – Vol 2, 10ª edição, Editora Moderna. 2014.</p> |
|--|

PLANO DE AULA

1. IDENTIFICAÇÃO

| | | | | | |
|--|--------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Escola Colégio Objetivo de Juazeiro do Norte - CE | | Disciplina Física | Série 2º ano do Ensino Médio | Turno Vespertino | |
| Aula 02 | Data 19/05/2015 | Duração 50 minutos | Nº de Alunos 12 | Faixa Etária 16 a 18 anos | Professor Thiago Arrais Soares |

2. PLANO

| Objetivos | Conteúdo Programático | Recursos |
|---|--|--|
| <p>Que o alunado possa ao final da aula:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definir período e frequência de uma oscilação; | <ul style="list-style-type: none"> - Período e Frequência de uma oscilação; | <ul style="list-style-type: none"> - Computador; - Projetor multimídia; - Software de simulação; - Quadro branco, pincel e apagador; |

3. METODOLOGIA:

| Introdução | Desenvolvimento | Conclusão |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Inicialmente faremos a apresentação de uma simulação no computador do movimento de um pêndulo. | <ul style="list-style-type: none"> - Após os comentários e sondagem iniciais sobre o tema em questão, lançaremos para os discentes a necessidade de definição das grandezas período e frequência. - Os temas da aula serão abordados com a utilização da Sequência de Ensino Fedathi, onde os alunos terão a oportunidade de debaterem entre si e com o docente fazendo perguntas baseadas nas conclusões e dúvidas geradas na pavimentação da solução do proposto pelo professor. | <p>Retomaremos os questionamentos apresentados no início da aula, fazendo um paralelo entre o tema exposto e os conhecimentos prévios do alunado.</p> <p>Finalizaremos com a apresentação das definições de período e frequência.</p> |

4. AVALIAÇÃO:

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Interação e participação dos alunos em discussões em sala de aula e na realização das atividades propostas; - Nível dos questionamentos feitos pelos alunos; - Atividade verbal buscando perceber a capacidade dialógica de solucionar problemas, a partir dos conteúdos expostos. - Avaliação diagnóstica que tem como alguns de seus objetivos: Abertura de possibilidades para que o educando reflita sobre o que já é capaz de escrever, compreender, opinar, discordar, situar-se no mundo que está imerso, para que possa ser capaz de solucionar problemas da vida cotidiana e do mundo do trabalho, além de desenvolver uma consciência crítica. |
|---|

5. REFERENCIAS:

| |
|--|
| <p>D. Halliday, R. Resnick, J. Walker – Fundamentos de Física – Vol.2, 3ª Edição LTC Editora - 1998</p> <p>H. M. Nussenzveig. Curso de Física Básica 2. 3ª Edição. Edgard Blücher Ltda – 1996.</p> <p>Hamburger, EW; Mattos, CR; Simonetti, R; Gaspar, A; Ferreira, NC (2000) Física – 2º grau - Vol 2 - Telecurso 2000 Editora Globo - São Paulo</p> <p>Ramalho, Nicolau & Toledo. Os Fundamentos da Física – Vol.2, 10ª edição, Editora Moderna. 2014.</p> |
|--|

PLANO DE AULA

1. IDENTIFICAÇÃO

| | | | | | |
|--|--------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Escola Colégio Objetivo de Juazeiro do Norte - CE | | Disciplina Física | Série 2º ano do Ensino Médio | Turno Vespertino | |
| Aula 03 | Data 02/06/2015 | Duração 50 minutos | Nº de Alunos 12 | Faixa Etária 16 a 18 anos | Professor Thiago Arrais Soares |

2. PLANO

| Objetivos | Conteúdo Programático | Recursos |
|---|--|--|
| <p>Que o alunado possa ao final da aula:</p> <p>- Relacionar o MHS e o MCU;</p> | <p>- Movimento Harmônico Simples como projeção do Movimento Circular Uniforme.</p> | <p>- Quadro branco, pincel e apagador;</p> |

3. METODOLOGIA:

| Introdução | Desenvolvimento | Conclusão |
|---|---|--|
| <p>- Inicialmente faremos uma sondagem sobre o que os alunos recordam do movimento circular uniforme.</p> | <p>- Após os comentários e sondagem iniciais sobre o tema em questão os alunos serão questionados sobre a relação existente entre o MHS e o MCU</p> <p>- Os temas da aula serão abordados com a utilização da Sequência de Ensino Fedathi, onde os alunos terão a oportunidade de debaterem entre si e com o docente fazendo perguntas baseadas nas conclusões e dúvidas geradas na pavimentação da solução do proposto pelo professor.</p> | <p>Retomaremos os questionamentos apresentados no início da aula, fazendo um paralelo entre o tema exposto e os conhecimentos prévios do alunado.</p> <p>Finalizaremos com a apresentação da relação existente entre MHS e MCU, mas com conclusão do professor acerca do exposto pelos discente.</p> |

4. AVALIAÇÃO:

| |
|--|
| <p>- Interação e participação dos alunos em discussões em sala de aula e na realização das atividades propostas;</p> <p>- Nível dos questionamentos feitos pelos alunos;</p> <p>- Atividade verbal buscando perceber a capacidade dialógica de solucionar problemas, a partir dos conteúdos expostos.</p> <p>- Avaliação diagnóstica que tem como alguns de seus objetivos: Abertura de possibilidades para que o educando reflita sobre o que já é capaz de escrever, compreender, opinar, discordar, situar-se no mundo que está imerso, para que possa ser capaz de solucionar problemas da vida cotidiana e do mundo do trabalho, além de desenvolver uma consciência crítica.</p> |
|--|

5. REFERENCIAS:

| |
|---|
| <p>D. Halliday, R. Resnick, J. Walker – Fundamentos de Física – Vol.2, 3ª Edição LTC Editora - 1998</p> <p>H. M. Nussenzveig. Curso de Física Básica 2. 3ª Edição. Edgard Blücher Ltda – 1996.</p> <p>Ramalho, Nicolau & Toledo. Os Fundamentos da Física – Vol.2, 10ª edição, Editora Moderna. 2014.</p> |
|---|

PLANO DE AULA

1. IDENTIFICAÇÃO

| | | | |
|--|----------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Escola Colégio Objetivo de Juazeiro do Norte - CE | Disciplina Física | Série 2º ano do Ensino Médio | Turno Vespertino |
| Aula 04 | Data 09/06/2015 | Duração 50 minutos | Nº de Alunos 12 |
| | | Faixa Etária 16 a 18 anos | Professor Thiago Arrais Soares |

2. PLANO

| Objetivos | Conteúdo Programático | Recursos |
|--|---|---|
| <p>Que o alunado possa ao final da aula:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entender que a elongação coincide com a deformação da mola; - Determinar a função horária da elongação do MHS. | <ul style="list-style-type: none"> - Função horária da elongação do Movimento Harmônico Simples. | <ul style="list-style-type: none"> - Quadro branco, pincel e apagador; |

3. METODOLOGIA:

| Introdução | Desenvolvimento | Conclusão |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Inicialmente faremos uma sondagem sobre o que os alunos lembram em relação a amplitude do MHS e qual a equivalência com o raio da trajetória da sombra da aula 03. | <ul style="list-style-type: none"> - Após os comentários e sondagem iniciais os alunos são solicitados a revisarem nas anotações dos cadernos sobre a relação entre MHS e MCU e recordar a figura vista na aula 03 para tal fim. A partir dessa imagem será pedido aos discentes que determinem a função horária da elongação do MHS. - Os temas da aula serão abordados com a utilização da Sequência de Ensino Fedathi, onde os alunos terão a oportunidade de debaterem entre si e com o docente fazendo perguntas baseadas nas conclusões e dúvidas geradas na pavimentação da solução do proposto pelo professor. | <ul style="list-style-type: none"> Retomaremos os questionamentos apresentados no início da aula, fazendo um paralelo entre o tema exposto e os conhecimentos prévios do alunado. Finalizaremos com a apresentação da definição da função horária da elongação e comentários do docente. |

4. AVALIAÇÃO:

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Interação e participação dos alunos em discussões em sala de aula e na realização das atividades propostas; - Nível dos questionamentos feitos pelos alunos; - Atividade verbal buscando perceber a capacidade dialógica de solucionar problemas, a partir dos conteúdos expostos. - Avaliação diagnóstica que tem como alguns de seus objetivos: Abertura de possibilidades para que o educando reflita sobre o que já é capaz de escrever, compreender, opinar, discordar, situar-se no mundo que está imerso, para que possa ser capaz de solucionar problemas da vida cotidiana e do mundo do trabalho, além de desenvolver uma consciência crítica. - Atividade escrita ao final da aula visando a resolução de problemas envolvendo o Movimento Harmônico Simples com a função horária da elongação. |
|--|

5. REFERENCIAS:

| |
|--|
| <p>D. <u>Halliday</u>, R. <u>Resnick</u>, J. Walker – Fundamentos de Física – Vol.2, 3ª Edição LTC Editora - 1998</p> <p>H. M. <u>Nussenzveig</u>, Curso de Física Básica 2. 3ª Edição, Edgard <u>Blücher Ltda</u> – 1996.</p> <p><u>Hamburger</u>, EW; Mattos, CR; <u>Simonetti</u>, R; Gaspar, A; Ferreira, NC (2000) Física – 2º grau - Vol 2 - Telecurso 2000 Editora Globo - São Paulo</p> <p>Ramalho, Nicolau & Toledo. Os Fundamentos da Física – Vol.2, 10ª edição, Editora Moderna. 2014.</p> |
|--|

PLANO DE AULA

1. IDENTIFICAÇÃO

| | | | | | |
|--|--------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Escola Colégio Objetivo de Juazeiro do Norte - CE | | Disciplina Física | Série 2º ano do Ensino Médio | Turno Vespertino | |
| Aula 05 | Data 16/06/2015 | Duração 50 minutos | Nº de Alunos 12 | Faixa Etária 16 a 18 anos | Professor Thiago Arrais Soares |

2. PLANO

| Objetivos | Conteúdo Programático | Recursos |
|---|--|---|
| <p>Que o alunado possa ao final da aula:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definir fase inicial para o MHS relacionando com o MCU e o ciclo trigonométrico; | <ul style="list-style-type: none"> - Argumento das funções harmônicas que descrevem o Movimento Harmônico Simples; - Fase inicial; | <ul style="list-style-type: none"> - Quadro branco, pincel e apagador; |

3. METODOLOGIA:

| Introdução | Desenvolvimento | Conclusão |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Inicialmente faremos uma sondagem sobre o que os alunos recordam do movimento circular uniforme. | <ul style="list-style-type: none"> - Após os comentários e sondagem iniciais sobre o tema em questão os alunos serão questionados sobre a relação existente entre o MHS e o MCU apresentada na simulação e o "papel" da fase inicial no argumento das funções que descrevem o MHS. - Os temas da aula serão abordados com a utilização da Sequência de Ensino Fedathi, onde os alunos terão a oportunidade de debaterem entre si e com o docente fazendo perguntas baseadas nas conclusões e dúvidas geradas na pavimentação da solução do proposto pelo professor. | <ul style="list-style-type: none"> - Retomaremos os questionamentos apresentados no início da aula, fazendo um paralelo entre o tema exposto e os conhecimentos prévios do alunado. - Finalizaremos com a apresentação da definição de fase inicial, mas com conclusão do professor acerca do exposto pelos discente. |

4. AVALIAÇÃO:

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Interação e participação dos alunos em discussões em sala de aula e na realização das atividades propostas; - Nível dos questionamentos feitos pelos alunos; - Atividade verbal buscando perceber a capacidade dialógica de solucionar problemas, a partir dos conteúdos expostos. - Avaliação diagnóstica que tem como alguns de seus objetivos: Abertura de possibilidades para que o educando reflita sobre o que já é capaz de escrever, compreender, opinar, discordar, situar-se no mundo que está imerso, para que possa ser capaz de solucionar problemas da vida cotidiana e do mundo do trabalho, além de desenvolver uma consciência crítica. |
|---|

5. REFERENCIAS:

| |
|--|
| <p>D. Halliday, R. Resnick, J. Walker – <u>Fundamentos de Física</u> – Vol.2, 3ª Edição LTC Editora - 1998</p> <p>H. M. Nussenzveig. <u>Curso de Física Básica 2</u>. 3ª Edição. Edgard Blücher Ltda – 1996.</p> <p>Ramalho, Nicolau & Toledo. <u>Os Fundamentos da Física</u> – Vol.2, 10ª edição, Editora Moderna. 2014.</p> |
|--|

PLANO DE AULA

1. IDENTIFICAÇÃO

| | | | |
|--|----------------------|---------------------------------|---------------------|
| Escola Colégio Objetivo de Juazeiro do Norte - CE | Disciplina Física | Série 2º ano do Ensino Médio | Turno Vespertino |
|--|----------------------|---------------------------------|---------------------|

| | | | | | |
|------------|--------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Aula 06 | Data 23/06/2015 | Duração 50 minutos | Nº de Alunos 12 | Faixa Etária 16 a 18 anos | Professor Thiago Arrais Soares |
|------------|--------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------------------|

2. PLANO

| Objetivos | Conteúdo Programático | Recursos |
|--|---|--|
| <p>Que o alunado possa ao final da aula:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construir o gráfico da elongação versus tempo do MHS. | <ul style="list-style-type: none"> - Gráfico das posições versus tempo do Movimento Harmônico Simples. | <ul style="list-style-type: none"> - Quadro branco, pincel e apagador; - Computador; - Projetor Multimídia; |

3. METODOLOGIA:

| Introdução | Desenvolvimento | Conclusão |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Inicialmente faremos uma sondagem sobre o que os alunos lembram em relação aos gráficos das funções harmônicas relacionando com seus respectivos períodos. | <ul style="list-style-type: none"> - Após os comentários e sondagem iniciais os alunos serão apresentados a uma simulação através do computador. - Os temas da aula serão abordados com a utilização da Sequência de Ensino Fedathi, onde os alunos terão a oportunidade de debaterem entre si e com o docente fazendo perguntas baseadas nas conclusões e dúvidas geradas na pavimentação da solução do proposto pelo professor. | <p>Retomaremos os questionamentos apresentados no início da aula, fazendo um paralelo entre o tema exposto e os conhecimentos prévios do alunado.</p> <p>Finalizaremos com a apresentação dos gráficos pelos alunos e os comentários do docente.</p> |

4. AVALIAÇÃO: |

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Interação e participação dos alunos em discussões em sala de aula e na realização das atividades propostas; - Nível dos questionamentos feitos pelos alunos; - Atividade verbal buscando perceber a capacidade dialógica de solucionar problemas, a partir dos conteúdos expostos. - Avaliação diagnóstica que tem como alguns de seus objetivos: Abertura de possibilidades para que o educando reflita sobre o que já é capaz de escrever, compreender, opinar, discordar, situar-se no mundo que está imerso, para que possa ser capaz de solucionar problemas da vida cotidiana e do mundo do trabalho, além de desenvolver uma consciência crítica. - Atividade escrita ao final da aula visando a resolução de problemas envolvendo o Movimento Harmônico Simples. |
|--|

5. REFERENCIAS:

| |
|--|
| <p>D. Halliday, R. Resnick, J. Walker – Fundamentos de Física – Vol.2, 3ª Edição LTC Editora - 1998</p> <p>H. M. Nussenzweig. Curso de Física Básica 2. 3ª Edição. Edgard Blücher Ltda – 1996.</p> <p>Hamburger, EW; Mattos, CR; Simonetti, R; Gaspar, A; Ferreira, NC (2000) Física – 2º grau - Vol 2 - Telecurso 2000 Editora Globo - São Paulo</p> <p>Ramalho, Nicolau & Toledo. Os Fundamentos da Física – Vol 2, 10ª edição, Editora Moderna. 2014.</p> |
|--|

APÊNDICE B

PRODUTO EDUCACIONAL – IMPRESSO

O produto educacional desenvolvido nesse mestrado é um Tutorial impresso, mas também com versão digital descrito no Apêndice C. A ideia do desenvolvimento desse produto foi o de apresentar aos docentes uma ferramenta que possibilitasse uma postura diferenciada em sala de aula baseado na aplicação da Sequência Fedathi no ensino de física.

Esperamos favorecer uma aproximação de teorias talvez desconhecidas pela maioria dos professores, como a Teoria da Aprendizagem significativa de David Ausubel e as sequências de ensino em geral com aprofundamento na Sequência Fedathi do professor Hermínio Borges.

Esse tutorial não foi criado com a intenção em ensinar e sim em apresentar tópicos para gerar reflexões nos docentes.

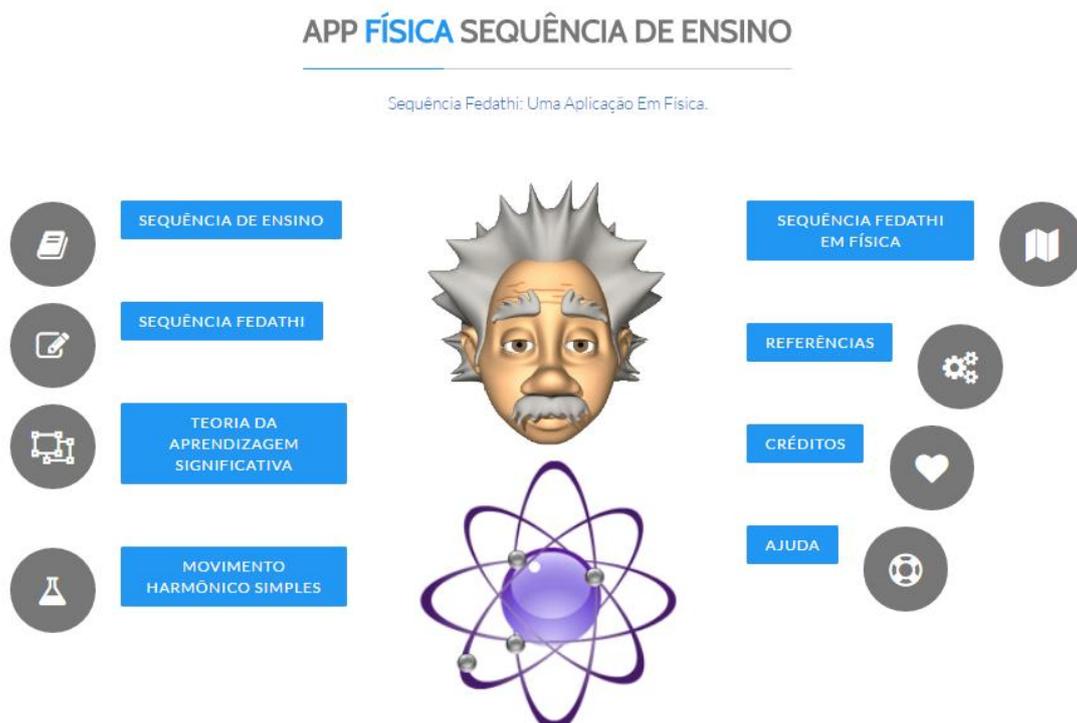
Aplicamos a Sequência Fedathi no ensino de física como descrito no corpo da dissertação, e nesse Tutorial, encontra-se descritos, a metodologia utilizada, os dados obtidos, resultados e conclusões da intervenção realizada.



APÊNDICE C

PRODUTO EDUCACIONAL – APLICATIVO

O produto educacional desenvolvido também apresenta uma versão digital, com os mesmos conteúdos apresentados no impresso e com a mesma finalidade. Foi desenvolvido para utilização em computador e celular, e pode ser baixado provisoriamente no link rodriguesfas.com.br/app-fisica/ (em breve no site do P31), utilizando online, mas com possibilidade de trabalho off-line, com a intenção de facilitar



o acesso pelo professor.

O aplicativo apresenta um *Menu* com possibilidade de escolha do tema a ser estudado, separadamente. No botão virtual com título *Sequência de Ensino*, está exposto um levantamento teórico sobre o tema, envolvendo aspectos históricos e a comparação entre duas sequências de ensino que apresentam abordagens da situação-problema. O item *Sequência Fedathi*, apresentará a Sequência de Ensino Fedathi, que se constitui na proposta de intervenção de uma nova metodologia em sala de aula, sendo o foco desse projeto de pesquisa aplicad. Será também explanada na opção, *Teoria da Aprendizagem*

Significativa, aspectos dessa teoria proposta por David Ausubel e que fundamenta neste trabalho, nossa análise de aprendizagem dos estudantes. Já no item *Movimento Harmônico Simples*, tratamos o tema das oscilações com aprofundamento na vibração periódica MHS, que foi a proposta de conteúdo físico aplicado em sala de aula.

Na opção de menu *Sequência Fedathi em Física*, apresentamos o processo de intervenção, abordando a natureza da pesquisa, o desenvolvimento em sala de aula, os dados obtidos, as análises realizadas e suas conclusões, com os respectivos Apêndices, expondo os planos de aula de cada encontro do processo de intervenção e as ferramentas de coleta de dados utilizadas (Questionário e Teste de Sondagem).

As Referências Bibliográfica são expostas em outro botão virtual logo a seguir e os demais botões informam sobre dados pertinentes a utilização do software e os créditos do programa..

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Ausubel 2003] AUSUBEL, David. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Portugal: Plátano Edições Técnicas, 1º ed., traduzido por Lúgia Teodoro, 2003.

[Ausubel 1980] AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. & HANESIAN, H. **Psicologia Educacional** (Tradução de Educational Psychology, 1968). Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.

[Arons 1990] ARONS, Arnold B. **Teaching Introductory Physics**. Wiley, 1990.

[Arons 1994] ARONS, Arnold B. **Homework and Test Questions for Introductory Physics Teaching**. Wiley, 1994.

[Bachelard 1996] BACHELARD, G. A. **A formação do espírito científico: uma contribuição para a psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

[Bardin 2011] BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Ed. 70. S.P. edição revista e ampliada. 2011. P. 135.

[Bell 2008] BELL, J. **Projeto de pesquisa: guia para pesquisadores iniciantes em educação, saúde e ciências sociais**. 4 ed. Porto Alegre, 2008.

[Bem Falar 2016] BEM FALAR. **Oscilar**. Disponível em <bemfalar.com/significado/oscilar.html>. Acesso em janeiro de 2016.

[Bogdan 1994] BOGDAN, Roberto. BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Porto editora, LDA: Portugal, 1994.

[Borges 2001] BORGES, H. N. et all, **A Sequência Fedathi como proposta metodológica no ensino-aprendizagem de Matemática e sua aplicação no ensino de retas paralelas**, In: Anais do XV EPENN - Encontro De Pesquisa Educacional Do Nordeste, São Luís, 2001.

[Borges 2006] Borges Neto, Hermínio. SANTOS, Maria José Costa dos (2006). **O desconhecimento das operações concretas e os números fracionários** In: Entre Tantos: diversidade na pesquisa educacional. Fortaleza: UFC, v.1.

[Borges 2013] BORGES NETO, H. B. (Coord.). **Sequência Fedathi: Uma Proposta Pedagógica para o Ensino de Ciências e Matemática**. Fortaleza, Edições UFC, 2013.

[Brasil 2002] BRASIL. PCNM, ENSINO MÉDIO: **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Secretaria de educação média e tecnológica - Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

[CARRON 2007] CARRON, Wilson, GUIMARÃES, Osvaldo. **As Faces da Física**. v.único. 3ª ed. São Paulo, Moderna, 2007

[Carvalho 1989] CARVALHO, A. M. P. Física: uma proposta construtivista. São Paulo: EPU LTDA, 1989.

[Capecchi 2004] CAPECCHI, M. C. V. M. **Argumentação numa aula de Física**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

[Dante 1998] DANTE, L.R. **Didática da Resolução de Problemas de Matemática**. 2ªed. São Paulo: Ática, 1998.

[Deslauriers 2008] DESLAURIERS, Jean-Pierre. KÉRISIT, Michèle. **O delineamento de pesquisa qualitativa**. In: POUPART (et. al). **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

[Takimoto 2009] TAKIMOTO, Elika. História da Física na sala de aula. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

[Fourez 2003] FOUREZ, G. **Crise no ensino de ciências? Investigação em Ensino de Ciências**, v. 8, 2003.

[Freire 1996] FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

[Freire 2001] FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

[Gaspar 2001] GASPAR, Alberto. **Física**, vol. 2. São Paulo: Editora Ática, 2001.

- [Greef 1998] GREEF, **Grupo de Reelaboração do Ensino de Física**, v. 1-5. Instituto de Física da USP, Junho de 1998.
- [Halliday 2003] HALLIDAY, David, RESNICK, Robert, WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**, v.2. 4ª ed. Rio de Janeiro, LTC, 2003.
- [Hewitt 2002] HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. V.9 (Tradução de Trieste Ferire Ricci e Maria Helena Granina. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- [Lankshear 2008] LANKSHEAR, C. KNOBEL. **Pesquisa Pedagógica: do projeto à implementação**. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- [Lüdke 1986] LÜDKE, M. e ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**, 1ª reimpressão, S. Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.
- [Masini 2008] MASINI, Elcie F. Salzano. MOREIRA, Marco Antonio Moreira. **Aprendizagem significativa: condições para ocorrências e lacunas que levam a comprometimentos**. São Paulo: Vetor, 2008.
- [Máximo 2000] MÁXIMO, Antônio. ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física**, v.2. São Paulo: Scipione, 2000.
- [Mayer 1977] MAYER, R.E. **Cognição e aprendizagem humana** (Tradução de Thinking and problem solving, 1977). São Paulo, Cultrix.
- [McDermott 1999] McDERMOTT, L.C. & REDISH,E.F. Resource letter: PER-1: **Physics education research**. American Journal of Physic, 1999.
- [Morais 2006] MORAIS, S. R. **O papel das representações mentais na percepção-ação: uma perspectiva crítica** (tese), São Paulo: Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, 2006.
- [Moreira 1982] MOREIRA, M.A.; MANSINI, E.F.S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- [Moreira 1995] MOREIRA, Antonio Flavio B. **Currículos e Programas no Brasil**. 2 ed. Campinas-SP. Papyrus,1995.
- [Moreira 2005] MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre: Ed. Adriana Toigo, 2005.
- [Moreira 2001] MOREIRA, Marco Antonio. MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.
- [Moreira 1987] MOREIRA, Marco Antônio. BUCHWEITZ, Bernardo. **Mapas Conceituais: instrumentos didáticos, de avaliação e de análise de currículo**. São Paulo: Editora Morais, 1987.
- [Nardi 2001] NARDI, Roberto. **Pesquisa no ensino de física**. São Paulo, Escritura Editora, 2 ed., 2001.

[Nobre 2013] NOBRE, Francisco Augusto Silva, SOUZA, Ana Izabela Elias de Souza, SILVA, André Flávio Gonçalves. **Sequência Fedathi. Capítulo: Uma experiência de Aplicação da Sequência Fedathi no Ensino de Física**. Fortaleza, Edições UFC, 2013.

[Novak 1981] NOVAK. J.D. **Uma Teoria de Educação**. (Tradução de M. A. MOREIRA) São Paulo, Pioneira, 1981.

[Nussenzveig 1999] NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física Básica – Fluidos, oscilações e ondas calor**. v.2. 3ª ed. São Paulo, Edgard Blucher Ltda, 1999.

[Oliveira 2001] OLIVEIRA, Inês Barbosa. ALVES; Nilda (orgs.). **Pesquisa no/do cotidiano das escolas: sobre redes de saberes**. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

[Peduzzi 1984] PEDUZZI, L.O.Q.. **O movimento de projéteis e a solução mecânica de problemas**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, 1984.

[Peduzzi 1987] PEDUZZI, L.O.Q.. **Solução de problemas e conceitos intuitivos**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, 1987.

[Polya 2004] POLYA. G. **A new aspect of mathematical method**. Princeton University Press. Princeton e Oxford, 2004.

[Polya 1995] POLYA, G. **A arte de resolver problemas** (Tradução de How to solve it, 1945). Rio de Janeiro, Interciência, 1995.

[Pozo 1994] POZO MUNICIO, J.I (Coord). **La solución de problemas**. Madrid. Santillana,S.A. 1994.

[Peduzzi 1992] PEDUZZI, L.O.Q, MOREIRA, M.A. **As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história da ciência numa sequência de conteúdos em mecânica: O referencial teórico e a receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação força e movimento**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 14, 1992.

[Ramalho Junior 2014] RAMALHO JUNIOR, Francisco, FERRARO, Nicolau Gilberto, SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física**. v.2. 10ª ed. São Paulo, Moderna, 2014.

[Sampaio 2005] SAMPAIO, José Luiz. CALÇADA, Caio Sérgio. **Universo da Física**, v.1 e v.2. São Paulo: Atual, 2005.

[Silva 2004] SILVA, Romero Tavares da. **Notas de Aula de Física – Oscilações**. Disponível em <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero>>. Acesso em abril de 2015.

[Veiga 2006] VEIGA, I.P.A. (Org.). **Técnicas de ensino: novos tempos, novas configurações**. Campinas – SP: Papirus, 2006.

[Zylbersztajn 1983] ZYLBERSZTAJN, A. **Concepções espontâneas em Física - exemplos em dinâmica e implicações para o ensino**. Revista de Ensino de Física, São Paulo, 1983.

