



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS - PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

ALBERDAN EUPÍDIO MAGALHÃES DA SILVA

**IMPLEMENTAÇÃO DAS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS (QSCs) NO
PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

Manaus

2017

ALBERDAN EUPÍDIO MAGALHÃES DA SILVA

**IMPLEMENTAÇÃO DAS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS (QSCs)
NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado - UFAM
apresentado ao Processo Seletivo, ano
2017 da Universidade Federal do
Amazonas.

Orientador: Prof. Dr. Yuri Expósito Nicot

Manaus

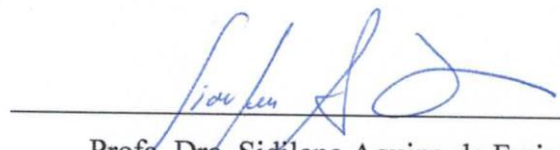
2017

ALBERDAN EUPÍDIO MAGALHÃES DA SILVA

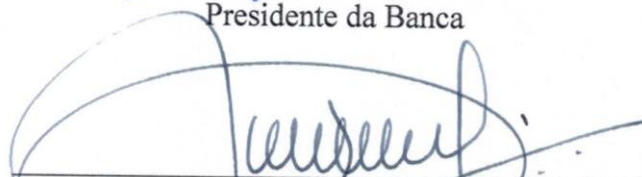
**IMPLEMENTAÇÃO DAS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS (QSCs) NO
PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática/PPG-ECIM da Universidade Federal do Amazonas/UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.


BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Sidilene Aquino de Farias
Presidente da Banca



Prof. Dr. José Luiz de Souza Pio
Membro Interno



Prof. Dra. Josefina Barrera Kalhil
Membro Externo

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586i Silva, Alberdan Eupídio Magalhães da
Implementação das questões sociocientíficas (QSCs) no
processo de ensino e aprendizagem da Física no ensino médio /
Alberdan Eupídio Magalhães da Silva. 2017
121 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Yuri Expósito Nicot
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. questões sociocientíficas. 2. campos conceituais. 3. processo
de ensino e aprendizagem. 4. questões socio-científicas. I. Nicot,
Yuri Expósito II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

DEDICATÓRIA

Dedicado à minha Família que é meu porto seguro e pela qual luto todos os dias!

AGRADECIMENTOS

A Deus por toda sua generosidade e por estar sempre comigo em todos os momentos!

A Minha família, por estar sempre ao meu lado e aos meus Pais que conseguiram com todo esforço dar exemplos de honestidade, dedicação e carinho que levo comigo sempre!

Agradeço também a todos os professores do Curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas que contribuíram em mais esta etapa acadêmica, em especial, ao Professor Dr. Yuri Expósito Nicot por sua orientação sempre dedicada.

Enfim, agradeço aos que não foram citados e que de alguma forma colaboraram durante esta etapa da minha vida.

*Ninguém educa ninguém, ninguém
educa a si mesmo, os homens se educam
entre si, mediatizados pelo mundo.*

Paulo Freire

RESUMO

O Processo de Ensino e Aprendizagem da Física no Ensino Médio brasileiro tem sofrido mudanças radicais nos últimos anos, isso porque a crescente procura por um processo construtivista, em que haja uma interação significativa entre professor, aluno e situação de aprendizado, tem superado o trabalho docente embasado em paradigmas tradicionais. Embora o método tradicional ainda predomine, o avanço para a melhora do sistema de ensino e aprendizagem caminha sob novas metodologias e inovações pedagógicas. O tradicionalismo no sistema educativo ainda impõe o despreparo docente diante de mudanças significativas na forma de ensinar e avaliar a aprendizagem dos alunos a partir do significado real dos conceitos científicos a serem construídos. É nesse contexto, na busca de uma forma eficaz de construção dos conhecimentos científicos, que este trabalho vem apresentar uma abordagem fundamentada nas Questões Sociocientíficas (QSCs), através de uma sequência de atividades envolvendo filmes didáticos, debates, experimentos e exercícios problematizados com o objetivo de ampliar os campos conceituais dos estudantes, de forma significativa, sobre os conceitos gerais da Física do Ensino Médio e de corroborar na formação cidadã dos discentes, praticando o acréscimo de valores sociocientíficos. A pesquisa qualitativa contou com as técnicas de coletas áudio-visual, escrita e a observação sistemática, revelando a importância das QSCs no aprendizado da Física do Ensino Médio, no tocante alguns aspectos conceituais e simbólicos. Para auxiliar na justificativa do uso destas abordagens de melhoria do ensino e potencialização do aprendizado sob a luz da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud e outros construtivistas, vêm demonstrar como tais abordagens podem contribuir para o desenvolvimento de um processo ativo para a formação de conceitos científicos nos alunos do Ensino Médio.

Palavras-chave: Questões Sociocientíficas, Campos Conceituais e Processo de Ensino e Aprendizagem.

ABSTRACT

The Physics's Teaching and Learning process in Brazilian High School has suffered radical changes in the last years, for the reason that the search for a constructivist process, which has a significant interaction among teacher, student and learning situation, has surpassed the teaching work based on traditional paradigms. Although traditional method still predominates, the advancement to improve the teaching and learning system walks under news methodologies and pedagogical innovations. The traditionalism in the educational system still imposes teacher unpreparedness in the face of significant changes on how to teach and evaluate students' learning from the real meaning of scientific concepts to be constructed. It is in this context, on the search for an effective way of constructing scientific knowledge, that this work presents an approach based on Socio-Scientific Questions (SSQs) through a series of activities involving didactic films, debates, experiments and problematized exercises with the objective of broadening the students' conceptual fields, in a significant way, on the general concepts of High School Physics and corroborating in the citizens' formation of the students, practicing the increase of sociocientific values. The qualitative research counted on the techniques of audio-visual, writing and systematic observation, revealing the importance of QSCs in the learning of High School Physics, regarding some conceptual and symbolic aspects. To assist in justifying the use of these approaches to improve teaching and learning potential in the light of Vergnaud's Conceptual Field Theory and other constructivists, they demonstrate how such approaches can contribute to the development of an active process for the formation of scientific concepts in high school students.

Key words: Social-Scientific Questions, Conceptual Fields and Teaching and Learning Process.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1- Gráficos dos Elementos que envolvem o Tema QSC. | 78 |
| Figura 2- Gráfico da Formação Conceitual da Turma quanto às grandezas: Peso, Massa e Força. | 79 |
| Figura 3- Gráfico da Aplicação de Símbolos Representativos no Pré-teste (Lei de Newton). | 82 |
| Figura 4- Gráfico da Utilização e Aplicação de Símbolos Representativos no Pós-teste. | 94 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Os conceitos de calor como utilizados no planejamento da sequência de ensino. | 44 |
| Quadro 2 - Os conceitos de temperatura como utilizados no planejamento da sequência de ensino. | 44 |
| Quadro 3 – Trecho de Comentários da Observação do PEA da Turma Pesquisada. | 72 |
| Quadro 4 – Trecho das Escritas do Pré-teste..... | 80 |
| Quadro 5 – Trecho das Falas durante a Primeira Sessão de Debates..... | 84 |
| Quadro 6 - Trecho das Falas durante a Segunda Sessão de Debates..... | 86 |
| Quadro 7 - Trecho das Falas durante a Terceira Sessão de Debates..... | 87 |
| Quadro 8 – Grupo A: experimento 1 | 89 |
| Quadro 9 - Grupo B: experimento dois..... | 89 |
| Quadro 10 - Grupo C: experimento 3 | 90 |
| Quadro 11 – Trecho das Falas das Apresentações. | 92 |
| Quadro 12 – Trecho das Análises das Questões 01 e 03. | 93 |

LISTA DE SIGLAS

QSCs – Questões Sociocientíficas.

DAs -Dificuldades de Aprendizagem.

MEC - Ministério da Educação

EI - Educação Infantil

EM - Ensino Médio

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

LDB - Lei de Diretrizes e Bases

PNE - Plano Nacional de Educação

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

PEA – Processo de Ensino e Aprendizagem

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| Introdução..... | 132 |
| 1. As Bases Teóricas do Objeto da Pesquisa..... | 19 |
| 1.1 Caracterização do Processo de Ensino e Aprendizagem no Ensino Médio Contemporâneo: obstáculos e sugestões. | 19 |
| 1.2 Caracterização do Processo de Ensino e Aprendizagem das Ciências: a importância da formação conceitual e as dificuldades de aprendizagem..... | 21 |
| 1.3 O Processo de Ensino da Física e os Desafios para a sua Aprendizagem..... | 23 |
| 1.4 A Importância do Processo de Ensino e Aprendizagem da Física para a Sociedade e o Papel do Professor nesse Contexto..... | 27 |
| 2. Abordagem das Questões Sociocientíficas (QSCs) e as Alternativas da Aprendizagem de Física para Alunos do Ensino Médio. | 33 |
| 2.1 As Questões Sociocientíficas (QSCs) e sua Relevância para o Processo de Ensino e Aprendizagem | 33 |
| 2.2 A Teoria dos Campos Conceituais na Abordagem das QSCs..... | 38 |
| 3. A Sequência de Ensino Fundamentada na Diversificação de Estratégias..... | 48 |
| 3.1 Sequência Didática para a Formação de Conceitos em Ciências..... | 48 |
| 3.2 Modelo de Sequência Didática com o Uso de Abordagens de QSCs no Ensino Médio para a Formação do Conceito "Peso dos Corpos" em Física..... | 52 |
| 4. Metodologia da Pesquisa | 60 |
| 4.1 Tipo da Pesquisa | 61 |
| 4.2 Os Participantes da Pesquisa | 62 |
| 4.3 Limitação da Pesquisa | 62 |
| 4.4 Técnica da Pesquisa..... | 63 |
| 4.5 Procedimento Metodológico da Abordagem..... | 65 |
| 4.6 Os Momentos da Metodologia da Pesquisa..... | 68 |
| 4.7 A Análise dos Dados e Resultado da Pesquisa..... | 69 |
| 4.7.1 A Observação do Processo de Ensino e Aprendizagem da Turma Pesquisa.. | 71 |
| 4.7.2 A Entrevista e Enquete como Professor Colaborador..... | 72 |
| 4.7.3 A Enquete com os Estudantes..... | 77 |
| 4.7.4 O Questionário (Pré-teste) com a Turma Pesquisada..... | 78 |
| 4.7.5 O Filme fictício, o Vídeo científico, os Debates e as Revisões Didáticas..... | 83 |
| 4.7.6 Os Experimentos Problematizados e o Pós-teste..... | 89 |
| 4.7.7 Retorno com a Turma e Entrevista Final com o Professor Colaborador..... | 95 |
| 5. Conclusões e Considerações Finais..... | 97 |
| Referências Bibliográficas..... | 100 |
| Apêndice..... | 105 |
| Anexos..... | 120 |

Introdução

Gerard Vergnaud (1996), em sua teoria dos campos conceituais, afirma que o âmago do desenvolvimento cognitivo é a conceitualização, e na contemporaneidade vem afirmar que só conhecendo a forma como os alunos aprendem é possível ensinar de forma eficaz. O Processo de Ensino e Aprendizagem, no tocante aos conhecimentos científicos, vem sofrendo mudanças com intuito de potencializar a construção de conceitos científicos que são a base para os conhecimentos das disciplinas exatas como a Física, Química, Biologia e outras disciplinas do sistema educacional. As várias pesquisas existentes neste âmbito apontam a necessidade de uma melhoria na forma como o ensino vem sendo construído e de como o estudante interage com este. O Ensino Médio não está fora dessa realidade. Apesar de reformulações educacionais como a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) surgirem para a melhoria do sistema, alguns pontos cruciais que ainda precisam ser revisados. Dentre esses pontos podemos relacionar a metodologia do ensino, não como forma de plano de aula, mas como desenvolvimento do processo de aprendizagem com a finalidade de servir ao seu propósito que é o de fazer com que o aluno obtenha um nível aceitável de conhecimentos em sua formação.

No que se refere ao Processo de Ensino e Aprendizagem da Física, a escola tem ostensivamente, como meta principal, a proposta de desenvolvimento das habilidades cognitivas para relacionar conhecimentos da realidade objetiva que vivem os alunos e resolver os problemas específicos de Física que têm a ver com a natureza, a sociedade e o próprio pensamento. Contudo estes conhecimentos poderiam atingir níveis mais profundos de assimilação por parte dos alunos caso fossem criado estudos direcionados para a formação conceitual científica, atrelados a metodologias mais eficientes que trouxessem para o âmbito educacional debates sobre assuntos do universo dos alunos e das problemáticas as quais estes estão habituados, ou pelo menos tenham ciência da existência de tais assuntos. Assim, a possibilidade de uma potencialização do desenvolvimento das estruturas cognitivas seria mais acentuada e haveria, por parte dos estudantes, um melhor aprendizado dos conceitos científicos trabalhados.

Quando o Processo de Ensino e Aprendizagem tem a função de produzir conhecimentos e senso crítico nos alunos, a assimilação dos conteúdos se faz mais

efetiva e este processo se torna mais necessário quando é relativo às disciplinas exatas, como a Física. Algumas lacunas conceituais, oriundas de uma metodologia pouco eficiente podem contribuir para uma dificuldade de aprendizado da Física em conceitos e termos científicos envolvidos. A pesquisa escolheu o conceito **peso dos corpos** como tema a ser trabalhado devido a sua significância para a compreensão dos demais termos da Física e pela relevância que este tem para a sociedade.

Algumas metodologias aplicadas em salas de aula pelos professores não conseguem alcançar o real sentido dos conceitos envolvidos neste tema, dessa maneira, alguns conceitos precisam de uma especial atenção por se tratar de conhecimentos básicos para outros assuntos da Física. Dessa forma, as faltas de bases sólidas desse e de outros conceitos de conhecimentos científicos remetem aos alunos a diversas fragilidades que poderão transparecer em sua vida de diversas maneiras tanto no profissional, dificultando suas chances de atingir a excelência em seu trabalho; quanto como cidadão, sendo impedido de questionar ou debater sobre algum assunto relevante por falta de argumentos necessários; e até mesmo no âmbito familiar, pois dificilmente conseguirá construir conhecimentos de valores para os seus devido ao fato de não possuir o suficiente para si próprio. A falta de conhecimentos científicos da Física contribui efetivamente para essa realidade. O PEA tem como meta a construção de tais conhecimentos, porém ainda estamos longe de atingir o grau de excelência.

Contudo, com a melhoria da metodologia de ensino, enfatizando o conhecimento das ciências e a sensibilização dos professores, quanto a abordagens envolvendo debates de cunho social sobre reflexões das ações da ciência e/ou tecnologia, pode haver a apresentação de resultados significativos para o processo de ensino e aprendizagem, transformando não só o modo como se estuda, mas a sensibilidade com que se ensina. Dessa forma surge o problema científico desta pesquisa visa ampliar os campos conceituais dos estudantes de uma escola do Ensino Médio de Manaus. Assim, apresenta-se a seguinte pergunta norteadora: Como a interação didática entre alunos, professores, Questões Sociocientíficas e a Teoria dos Campos Conceituais podem contribuir para o processo de formação de conceitos científicos em Física?

A construção de uma base conceitual de conhecimentos científicos através de abordagens de Questões Sociocientíficas (QSCs) é aproveitável para a formação cidadã dos alunos. Mas, quando atrelamos os valores sócios científicos construídos

através dessa abordagem com a intenção de ativar o Processo de Ensino e Aprendizagem, a combinação pode ser potencialmente efetiva para o desenvolvimento de didáticas específicas inovadoras.

As QSCs como os riscos e benefícios dos alimentos transgênicos; a crescente preocupação na obtenção de energia, frente à escassez que alguns estados brasileiros estão sofrendo nos últimos anos; o lixo de grandes metrópoles ou o acúmulo de resíduos industriais, como o do desastre da barragem de Mariana; ou as queimadas regionais podem contribuir para o PEA da Física. É nesse contexto que se justifica tal pesquisa que, de forma simplificada, tem como Objetivo ampliar os campos conceituais dos estudantes através de seqüências didáticas do Processo de Ensino e Aprendizagem dos estudantes do Ensino Médio, no que se refere á construção de conhecimentos científicos da Física, através de uma metodologia baseada na abordagem das QSCs. Tal objetivo conta com o alicerce de outros mais específicos, como: observar a construção do PEA no contexto atual da pesquisa; estudar a influência das Questões Sociocientíficas no âmbito educacional para a formação dos conceitos científicos nos estudantes do Ensino Médio; estabelecer uma relação entre a Teoria dos Campos Conceituais e a abordagem das questões sociocientíficas (QSCs); e elaborar uma sequência didática, enfatizando as abordagens das QSCs no ensino da Física, segundo a Teoria de Vergnaud, avaliando os resultados através de métodos da pesquisa qualitativa, o que não impede, em algum momento, a utilização de algum gráfico quantitativo nas análises dos questionários, pré e pós-testes.

Assim, a relevância teórica deste estudo reside em contribuir para uma abordagem mais contemporânea do ensino e aprendizagem da Física no Ensino Médio de modo a conduzir o aluno à interação sociocientífica e à solução dos problemas que se apresentarem em sua caminhada.

Como relevância social, este estudo tem como argumentação o fato da formação do aluno ser um tema importantíssimo não só no campo acadêmico, mas para expressar seu papel como cidadão consciente de seus deveres e direitos e atuar em sociedade de maneira correta, ao passo que, quando a formação do indivíduo for carente de valores conceituais, este enfrentará dificuldades dentro da sociedade em que vive. Sua maneira “errônea” de ver a vida, suas falhas conceituais e a ausência de valores construídos podem levar-lhe para caminhos instáveis com prejuízo tanto para si quanto para os que estão em sua responsabilidade. Uma base

sólida nos conhecimentos das ciências, utilizando-se de estratégias baseadas nas QSCs, pode evitar tais quadros sociais e, ao mesmo tempo, potencializar o processo de estruturação cognitiva, fator relevante e indispensável para o desenvolvimento do processo do ensino das ciências como a Física.

A justificativa deste trabalho vem se pautar na dificuldade do Processo de Ensino e Aprendizagem de alunos do Ensino Médio e de como esta é reconhecida por todos os atores educacionais: escola, professores e família. Infelizmente, apesar de ser um tema bastante discutido entre especialistas e teóricos, este é um ponto ainda a ser trabalhado na Educação Brasileira (Sousa 2001).

Uma abordagem mais contextualizada dos conhecimentos científicos pode auxiliar na superação dessa dificuldade. Sendo assim é necessário que os autores do conhecimento estejam em dia com a realidade em que seus alunos vivem. Vergnaud (1998), em seu livro “a teoria abrangente da representação para a educação matemática” revela que, para aprender, o aluno precisa estar diretamente relacionado, envolvido, por assim dizer, com a temática e como ela oferece representação para sua realidade. Uma abordagem fazendo uso das QSCs, enfocando a sua importância para a construção do conhecimento científico e de uma formação cidadã, se encaixa neste trecho de Vergnaud e na sua teoria dos Campos Conceituais.

Gérard Vergnaud chama a atenção para a importância do conhecimento a ser estudado e de como este influencia o processo de aprendizagem. Sendo assim a forma como construímos um conhecimento nos modifica em diferentes campos conceituais. Este indicativo é suficiente para entendermos que o que diferencia um professor de outro não é apenas a metodologia que utiliza, mas a maneira como ele passa a explicar o conteúdo, a sua afinidade com os conceitos ministrados e sua capacidade de assimilar estes com a realidade de seus alunos. Contudo, aqueles que consideram cada caso individualmente e modifica sua linguagem, exemplos e até a forma de interagir seus ensinamentos com os estudantes, ampliando seus próprios conhecimentos e extrapolando estes em questões de cunho sociocientíficas, pode exercer acessos importantes à compreensão do aluno, ampliando seus campos conceituais e, conseqüentemente, construir uma formação social e científica de maneira correta, ainda que não integralmente.

O aperfeiçoamento da sociedade é o fator primordial para o próprio desenvolvimento humano, tanto é que o homem tem que conviver em sociedade e

participar efetivamente de ações que evocam seus direitos e deveres constituídos. Martins Fontes (1999), em sua análise de Vygostsky, afirma que a sociedade é para ele um fator primordial para a consolidação da aprendizagem. Isso porque em sua teoria a sociedade sofre mudanças ao tentar transformar a realidade em sua volta com o intuito de atender às próprias necessidades. As características dos seres humanos são resultados da relação entre homem com a sociedade. Vergnaud, apesar de discípulo de Piaget, tinha conhecimentos de tais influências da sociedade e de como estas podem moldar o conhecimento, porém sua teoria se aprofundou em algo mais específico, algo que moldasse o conhecimento e que o formasse de forma específica para cada desejo de aprendizagem: as situações de cada aprendiz. Logo as situações e o próprio conteúdo de aprendizado fazem papel importante na construção do conhecimento. Sendo assim é necessário introduzir este pensamento no PEA. Utilizar elementos da sociedade para fins educativos pode ser uma saída para a construção de conhecimentos científicos. Tais elementos podem ser oriundos de caráter científico como as QSCs.

Nesse sentido se fazem necessárias estratégias de trabalho pedagógico em todas as modalidades do ensino, sobretudo, no Ensino Médio que podem representar impactos substanciais na sociedade, já que esta etapa é a mais próxima do ingresso na vida profissional. A Física enquanto disciplina pode contribuir sobremaneira na formação profissional dos alunos, pois esta oferece subsídios capazes de serem usados no trabalho, não só como ferramenta de cálculos, mas de entendimento sobre todos os fenômenos naturais que estão relacionados à vida de cada indivíduo.

Dessa forma, o presente estudo analisa, no primeiro capítulo, as principais dificuldades do ensino e aprendizagem da Física no Ensino Médio que nos permitem desenvolver algumas abordagens das QSCs, o que remete o atual trabalho a dimensionar uma perspectiva não só da metodologia de ensino como a rever as posições dos atores educacionais: alunos, professores e o seu contexto sócio-científico. É importante destacar as implicações pedagógicas com a formação e definição de conceitos por parte dos estudantes onde os problemas da sociedade, da ciência e da natureza produzem um papel de enlace estratégico na consolidação da formação da conduta ética do aluno.

No segundo capítulo, esta pesquisa se preocupa em desenvolver um estudo sobre a influência que as abordagens de questões sociocientíficas podem trazer no

Processo de Ensino e Aprendizagem como um todo e em particular a Física. Desta forma, a mudança de métodos de aprendizagens, levando em consideração o enfoque da abordagem sobre questões sociocientíficas, pode promover no PEA das ciências, como a Física, um caráter mais humanista capaz de interagir não só no campo intelectual, mas na solução de muitas situações que tem a ver com a sociedade, a natureza e o pensamento em um mundo de constantes transformações, mudanças ambientais, climatológicas, tecnológicas e sociais.

O terceiro capítulo vem apresentar uma abordagem sobre a sequência didática (SD) e sua importância na formação conceitual científica. Tal assunto é importante para compreender como se concebe uma SD na perspectiva do autor do trabalho. Embora seja uma perspectiva pessoal está fundamentada em algumas considerações teóricas importantes como Ramos e Farias (2011), Zabala (1998), Gerhardt e Souza (2009) e outros.

A sociedade possui dificuldades na compreensão do “significado conceitual do Peso”. Tais dificuldades estão relacionadas, ao longo do terceiro capítulo, para que haja uma compreensão do pesquisador quanto a suas origens. O modelo tem a função de auxiliar na construção significativa do conceito envolvido e de tentar superar tais dificuldades de compreensão existentes. Tal modelo, apesar de caráter exemplificatório, será descrito na próxima etapa desta pesquisa.

A metodologia está descrita de forma simplificada no quarto capítulo desta pesquisa. Seu desenvolvimento foi construído a partir de parâmetros que definem uma pesquisa qualitativa, foram empregados métodos teóricos como a observação, a análise documental e histórico-lógico o que permitiu estruturar e avaliar os resultados obtidos durante o trabalho de coleta de dados a partir da implementação de diferentes técnicas e ferramentas da pesquisa em educação.

Entende-se que o objeto a ser investigado, “A análise dos Campos Conceituais no Processo de Ensino e Aprendizagem da Física fazendo uso das Questões Sócio-Científicas” e suas implicações para o processo de ensino e aprendizagem da Física, requer uma investigação que apresenta as características desse método por se tratar de uma pesquisa onde suas interações são mais importantes que o resultado final, não desmerecendo este último, pois conforme Bogdan e Biklen (1994), cinco características definem uma pesquisa de cunho qualitativa: (1) a fonte direta dos dados é o ambiente natural e o investigador é o principal agente na recolha desses mesmos dados; (2) os dados que o investigador recolhe são

essencialmente de caráter descritivo; (3) os investigadores que utilizam metodologias qualitativas interessam-se mais pelo processo em si do que propriamente pelos resultados; (4) a análise dos dados é feita de forma indutiva; e (5) o investigador interessa-se, acima de tudo, por tentar compreender o significado que os participantes atribuem às suas experiências. Neste sentido, este método preocupa-se com o significado dos eventos; necessariamente envolve um trabalho de campo, não havendo, porém, a pretensão de mudar o ambiente; as pessoas, as situações, e os eventos que são observados em sua manifestação natural.

Foi escolhida uma escola, que contempla o Ensino Médio, da Rede Pública da cidade de Manaus para a realização do trabalho de campo. O nome da escola será mencionado no decorrer deste relatório de pesquisa, porém a identidade dos alunos, sujeitos desta pesquisa, será preservada. Dentro do universo de educandos do Ensino Médio, foi utilizado o método teórico da observação e as técnicas de questionários e análise documental.

Ainda neste capítulo se apresentam os resultados e as respectivas análises e discussões dos dados coletados oriundos da aplicação da sequência didática descrita nesta pesquisa.

A apresentação de filmes e vídeos didáticos foi utilizada como forma de interação e apresentação da temática das QSCs aos estudantes. E a Teoria de Vergnaud contribuiu para a orientação e confirmação da ampliação dos campos conceituais dos alunos na formação de conceitos científicos, valores éticos e morais, através do Processo de Ensino e Aprendizagem da Física em correspondência com as exigências da sociedade e do mundo contemporâneo.

O quinto e último capítulo está pautado nas considerações finais desta pesquisa e de como ela obteve relevância para o Processo de Ensino e Aprendizado da Física e para a formação social do estudante nas confirmações positivas da aplicação e até mesmo nos resultados não esperados.

A partir dos enunciados citados nos diversos capítulos deste relatório de pesquisa sobre as influências das QSCs nos campos conceituais dos estudantes de uma Escola Pública do Ensino Médio de Manaus e sob a base dos paradigmas educacionais contemporâneos, o presente trabalho vem se preocupar na formação educacional de valores sociais baseados na construção de conhecimentos científicos utilizando uma abordagem pedagógica bastante conhecida, as QSCs, sob a luz da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.

1. As bases Teóricas do Objeto da Pesquisa

A pesquisa está fundamentada em referenciais que fazem dela um trabalho acadêmico. Os pesquisadores e teóricos da educação citados no contexto deste trabalho são apresentados de forma a contribuir para o diálogo com o autor e suas referências teóricas. Para que haja uma possibilidade de potencializar os campos conceituais dos estudantes é necessário o conhecimento do Processo de Ensino e Aprendizagem do Ensino Médio atual e de como esses teóricos o observam e o caracterizam. O presente capítulo visa apresentar de forma simplificada as diferentes perspectivas destes teóricos e pesquisadores sobre como se encontra o PEA no Ensino Médio, nas Ciências e na Física.

1.1 Caracterização do Processo de Ensino e Aprendizagem no Ensino Médio Contemporâneo: obstáculos e sugestões

Segundo Moreira (1999), os objetivos da Escola como entidade nem sempre são aqueles que evocam valores nobres, mas em muitos casos traduzem as necessidades momentâneas da sociedade. Em palavras mais simples, o que ocorre é que o aluno começa a estudar porque precisa atender aos anseios familiares, sociais ou profissionais, esquecendo-se da essência do estudo que é uma ferramenta de aperfeiçoamento pessoal. Essa perspectiva é bem atual e representa grande parte da nossa realidade educacional vigente. O Ensino público perde sua função de construir conhecimento e responsabilidade social quando a sociedade impõe necessidades aos estudantes como o de trabalho para ajudar na renda familiar ou o de alcançar a meta de passar em vestibular com educação conteúdista.

A educação é a base de toda a sociedade e, de acordo com Pelizzari et al. (2002), a intervenção educativa precisa oferecer uma mudança de ótica substancial a qual não somente abranja o saber, mas também o saber fazer, não tanto o aprender, mas o aprender a aprender. Partir do princípio que podemos construir conhecimentos a partir de outros já existentes, é um passo substancial para o PEA. Esse procedimento pode partir do nível de desenvolvimento do aluno, isto é, a ação educativa está condicionada pelo nível de desenvolvimento e a exploração dos conhecimentos prévios dos estudantes, o que já sabem ou têm construído em seus esquemas cognitivos.

Complementa ainda Pelizzari et al. (2002) que a construção das aprendizagens significativas implica a conexão ou vinculação do que o aluno sabe com os conhecimentos novos. É sugerido ainda que a postura clássica da repetição para aprender deva ser deixada de fora na medida do possível, uma vez que se deseja que seja funcional essa aprendizagem e deve-se assegurar ao aluno que ao entrar em contato com o ensino da Física ou de qualquer outra ciência que este possa ter a possibilidade de refletir sobre suas dificuldades no aprendizado e que possa ter a liberdade para pedir ajuda sem críticas, mas sim com parceria por parte dos demais estudantes e professores.

Nesse sentido, sugere-se que os alunos “realizem aprendizagens significativas por si próprios”, o que é o mesmo que aprendam o aprender. Assim, garantem-se a compreensão e a facilitação de novas aprendizagens ao ter-se um suporte básico na estrutura cognitiva prévia construída pelo sujeito. Destaca-se ainda que uma maneira adequada de ampliar e/ou modificar as estruturas do aluno consiste em provocar discordâncias ou conflitos cognitivos que representem desequilíbrios a partir dos quais, mediante atividades, o aluno consiga reequilibrar-se, superando a discordância e reconstruindo o conhecimento (PIAGET, 1997).

De acordo com Miguel (2009), existe uma interdependência entre os conceitos de desenvolvimento e aprendizagem. Relata ainda que, mesmo com diversas articulações sendo discutida desde o início do século XX, ainda assim nota-se que as tentativas de reformas curriculares, artigos e propostas de cursos não passam de um conjunto de ideias que indicam a presença dessa dificuldade de mudança conceitual, porém sem muita eficácia.

Esta observação também pode ser vista em muitas escolas do Brasil. No Amazonas não é diferente e se pode verificar numa simples observação empírica sobre a didática dispensada aos alunos, sobretudo nas escolas municipais e estaduais, onde se nota que a prioridade em se passar todos os assuntos é vigente, ainda que os alunos não assimilem, deixando claro que a prioridade não é o aprender, mas sim o “passar de ano”. Infelizmente, enquanto pesquisador e estudante que fomos nesta cidade, durante toda a vida escolar, a tônica vivida anos após anos foi sempre esta, razão pela qual este estudo teve uma motivação especial.

Nesse sentido, complementa Miguel (2009), quando não se atenta para a relação entre desenvolvimento e aprendizagem, há conseqüências negativas para a

prática pedagógica e para a forma de organização curricular e acaba por não perceber que o processo de conhecimento não é linear nem progressivo, mas extremamente variável.

Para além das dimensões científica e tecnológica, as ciências exatas se consolidam como componente da cultura geral do cidadão que pode ser observada na linguagem corrente, na imprensa, nas leis, na propaganda, nos jogos, nas brincadeiras e em muitas outras situações do cotidiano.

1.2 Caracterização do Processo de Ensino e Aprendizagem das Ciências: a importância da formação conceitual e as dificuldades de aprendizagem

De acordo com Mcewem (2009), a revisão dos atributos essenciais e da definição dos conceitos ocorre por meio de análise conceitual, contexto que incorpora uma análise completa dos elementos primários de um pensamento, ideia ou conhecimento inicial de algo. Essa análise, que atuará a partir de um conceito já assimilado, definido e explicado na literatura de uma disciplina específica, deve conduzir de forma realista a um nível maior de compreensão de maneira a torná-lo aplicável eficazmente na pesquisa e na prática dessa disciplina. As disciplinas que tem as ciências como base educacional se enquadram perfeitamente neste contexto. A preocupação com a formação conceitual dos termos científicos envolvidos deveria ser a base de toda disciplina de cunho científico. Contudo, para o autor, é necessário que se entenda como o processo de análise conceitual teve seu início e até onde chegou, pois, ao conhecer este entendimento, está se precipitando o leitor em conhecer a si mesmo em seu processo de pensamento e conceitualização da realidade que o envolve.

Para este estudo relacionamos alguns dos teóricos que mais se aprofundaram no estudo da análise conceitual e no campo conceitual. Abordamos alguns métodos propostos por Vergnaud, Ausubel, Piaget, Vygotsky entre outros.

Os estudos experimentados por Vygotsky (1989) trouxeram à luz que a experiência escolar com a ciência matemática é uma ação que vem se somar ao fazer do indivíduo, isto é, ele se insere em um processo de desenvolvimento que se inicia antes da escolarização de modo que o sujeito já detém certas formas de atividade matemática e já faz uso tanto de sistemas expressivos como simbólicos. O autor, como exemplo, comenta que diversos experimentos desenvolvidos

demonstraram que, dentre outras coisas, para a criança falar é tão importante como atuar quando se propõem uma meta. Afirma ainda que, quanto mais complexa é a experiência e menos direta sua solução mais importante é o papel da linguagem na realização da operação. Dessa forma, o desenvolvimento das habilidades linguísticas deveria se consolidar em conjunto com as atividades matemáticas, mesmo que este pensamento traga algumas dificuldades operacionais de realizá-lo por parte das escolas (VIGOTSKY, 1989).

Para que o ensino das Ciências como a Física seja acessível, também é necessária uma revisão dos conceitos trabalhados em aula, pois o aluno deverá entender o porquê de utilizar as vias matemáticas para se atingir ou resolver determinada solução e a compreensão quanto aos significados e conceitos deverá ser profundo, pois vários são os significados de uma mesma palavra. Elas podem fugir de suas definições técnicas de acordo com o ouvinte. Sendo assim, o que vem a definir o significado seria a aceitação desta por uma comunidade admitindo-se a ela uma determinada função (WILSON, 2005).

Segundo Antunes (2008), a caracterização do Processo Ensino Aprendizagem das Ciências no Ensino Médio é uma consequência de inúmeras falhas ocorridas desde as séries iniciais que também estão fortemente relacionadas com a dificuldade de aprendizagem. Assim, os problemas relacionados a dificuldades de aprendizagem escolar dos alunos é uma situação preocupante para os professores que atuam em todos os módulos da Escola. No Ensino Médio se observa consequências quase irreversíveis, tecnicamente falando, pois não se pode voltar no tempo e, muitas vezes, a mentalidade do aluno já está praticamente fechada aos novos métodos e até mesmo aos ensinamentos das ciências.

“Dificuldade de Aprendizagem (D.A.) é um problema que está relacionado a uma série de fatores e podem se manifestar de diversas formas como: transtornos, dificuldades significativas na compreensão e uso da escuta, na forma de falar, ler, escrever, raciocinar e desenvolver habilidades matemáticas. Esses transtornos são inerentes ao indivíduo, podendo ser resultantes da disfunção do sistema nervoso central, e podem acontecer ao longo do período vital. Podem estar também associados a essas dificuldades de aprendizagem, problemas relacionados às condutas do indivíduo, percepção social e interação social, mas não estabelecem por si próprias, um problema de aprendizagem. (GARCÍA, 1998, p. 31-32)”.

Fernández (1990) já destacava que as dificuldades de aprendizagem apresentam-se como “fraturas” no processo do saber e que tais problemas são consequências da anulação das capacidades de aprender e bloqueio das possibilidades de assimilação do aluno causadas por vários fatores como individuais, familiares, metodologias ineficazes do ensino das ciências entre outros.

Campos (1997), contemporâneo de Fernández (1990), aponta que as dificuldades de aprendizagem, apesar de sérias, podem ser reversíveis e que tais dificuldades não tem relação orgânica. Ele complementa que muitos, simplesmente, se acomodam e desistem dos estudos por não compreenderem o seu objetivo na vida. Parte disto é atribuída, segundo o autor, ao método de aprendizado utilizado, o qual o conceitua como desprezioso e pouco atraente, onde a ideia central é punir quem não quer aprender, pouco se importando em construir conhecimentos, atribuindo significados a ele.

1.3 O Processo de Ensino da Física e os Desafios para a sua Aprendizagem

No que se refere à dificuldade de aprendizagem, o ensino da Física é um dos processos pedagógicos mais impactados juntamente com outros do campo das ciências exatas, pois o seu nível de compreensão resente-se de uma base adequada do estudo da matemática. Para Antunes (2008), as crianças com dificuldades de aprendizagem, independentes dos motivos, geralmente não conseguem um bom desempenho na vida escolar, manifestando problemas, muitas vezes, comportamentais, como a falta de atenção, distração, perda do interesse por novas atividades ou trabalhos inacabados, dificuldade para seguir instruções do professor, entre outros mais que podem causar problemas conceituais em disciplinas que necessitem de um pensamento lógico como a Física (ANTUNES, 2008). Tal realidade dificulta o aperfeiçoamento dos conceitos e de como eles se formam. O Processo de Ensino e Aprendizagem da Física está constituído, entre outros elementos, da necessidade de formação de conceitos e fundamentos que dependem diretamente da atenção dos estudantes, de seu interesse pelo aprendizado e de como estes se relacionam com o seu cotidiano.

Mascarenhas (2016) ainda ressalta a questão dos equívocos praticados pelos pais, professores e escola como um todo, até mesmo na definição do problema do aluno, pois as expressões “dificuldade” e “transtorno” de aprendizagem não têm o

mesmo significado para ele. Enquanto que as dificuldades estão relacionadas a fatores externos ao aluno, como a metodologia de ensino e a interação social escolar, os transtornos tem sua origem no orgânico e na personalidade, dos quais podemos destacar: o Transtorno de Déficit de Atenção (problemas de atenção acompanhados ou não de hiperatividade); a Discalculia (dificuldade de compreender conhecimentos oriundos de números como a matemática e exatas); a Dislalia (dificuldade de articulação e pronúncia com as palavras); e a Disortografia (dificuldade de aprender e desenvolver as habilidades da linguagem escrita).

De acordo com Santos (2007), quando se estabelece uma proposta diferenciada interdisciplinar para o ensino de disciplinas como a Física, alguns aspectos podem dificultar a realização desses objetivos. Pode-se descrever como um primeiro destes aspectos a própria maneira como ocorre o ensino, no caso, a forma tradicional como a escola e alguns dos elementos que compõem os currículos estão organizados. Isso pode ser exemplificado com as rígidas divisões das áreas de conhecimento em disciplinas estanques: Física, Química, Biologia, Matemática, História..., e etc. O autor ainda ressalta o exemplo da Física que é ensinada em blocos distintos de conhecimentos, sugerindo assuntos independentes e que não haveria inter-relação, tais como a Mecânica, Termologia, Eletricidade, Óptica, entre outras. Ele reforça que, muitas vezes, essas divisões impedem que os estudantes reconheçam como esses conhecimentos se relacionam e, mais, como podem afetar suas vidas, tornando, assim, difícil uma discussão abrangente e produtiva sobre a ciência.

Moreira (2016) vem contribuir para esse aspecto trazendo a importância do contexto do ensino das Ciências na Escola e na formação do corpo discente. Reforça que a idéia ainda é recente na realidade da educação, apesar de parecer um paradoxo. Contudo, se observarmos que houve uma grande demora em que ela fosse incorporada ao currículo, a questão fica mais clara. Essa concepção adotada no início do século 19 até a década de 50, construída sobre a égide de ideias positivistas, predominava o pensamento de que essa área do conhecimento deveria ser neutra em suas descobertas e que os saberes delas decorrentes seriam verdades únicas e definitivas.

No primeiro momento isso parecia extremamente imparcial e de grande lógica, porém, o homem, no status de aluno, também possuía uma natureza emocional e social. Somente a lógica das descobertas não poderia gerar a integralidade do

conhecimento. Assim, a maneira de ensinar também passou por muitas décadas seguindo estes mesmos padrões e um dos pontos mais errôneos hoje analisados é que se pensava que os fenômenos naturais poderiam ser assimilados somente com base na observação e no raciocínio, sendo suficiente “mostrar” todo o patrimônio científico produzido e em seguida memorizar conceitos resultantes desse conhecimento. Essa metodologia, que tem na figura do professor e do livro o canal da transmissão dos conhecimentos, ficou conhecida como tradicional ou conteúdista (MOREIRA, 2016).

A metodologia conteúdista é predominante na educação brasileira e nas Escolas do Amazonas onde ainda há uma “correria” para as editoras e livrarias da cidade em busca do “livro do ano”, enquanto há todo um universo de conhecimento na rede mundial de computadores (a internet) disponível para o aluno que é ignorado brutalmente pela Escola.

Moreira (2016) ainda destaca o método tecnicista, que surgiu na década de 1950 para se opor à concepção tradicional, e que tem como foco fazer a reprodução do método científico, adotando como estratégia de ensino as aulas experimentais, em laboratório, com ênfase na reprodução dos procedimentos feitos pelos cientistas, o método investigativo desenvolvido em meados de 1970, que mesclou algumas características das concepções anteriores e colocou o aluno no centro do aprendizado, conduzindo-o à resolução de problemas que exigem levantamento de hipóteses, observação, investigação, pesquisa em diversas fontes e registros ao longo de todo o processo de aprendizagem e como estratégia de ensino entregava a situação-problema para que o aluno mobilizasse seus conhecimentos e fosse a busca de novas alternativas para resolvê-la, disponibilizando várias fontes de pesquisa, não sendo mais limitada ao livro específico de trabalho, mas sim a qualquer autor que houvesse tido caráter científico de validação.

Recentemente o governo atual de nosso país está trazendo de volta o curso técnico, em conjunto com uma nova forma de educação do Ensino Médio, baseado em sistemas educacionais que deram certo em outros países e que podem fazer a diferença por aqui. É compreensível que o conhecimento técnico seja o mais visível em seus resultados, porém a parte técnica da educação é cientificamente comprovada que não supre de maneira integral as questões sociocientíficas que cada aluno enfrentará no decorrer de sua vida. Ao passo que, quando a mente é treinada de forma correta, ou pelo menos de maneira mais ampla, os horizontes

humanos se abrem e o indivíduo tem mais chances de atingir a auto-realização. Para esta tese não se precisa de autores renomados, mas a simples observação detida de qualquer pessoa pode verificar que a educação de um povo é o seu diferencial, para o bem ou para o mal. A pesquisa não tem como objetivo permear o sucesso ou não de tal mudança, deixando tais questões a critérios de outras pesquisas, mas vem ressaltar como uma atitude por parte dos governantes em mudar uma educação que ainda vê a forma tradicional conteúdista como a metodologia base para o conhecimento. Talvez essa mudança seja uma “porta que se abre” para incentivar os professores a buscar alternativas diferenciadas, aproveitando o movimento de novas perspectivas.

O obstáculo para uma aproximação das relações entre ciência e sociedade na sala de aula, em particular as aulas de Física, apresenta-se no próprio receio que muitos professores têm de abrir debates e opiniões sobre temas relacionados com valores sociocientíficos. Entre estes assuntos estão a política, as ideologias (por exemplo, a capitalista), assuntos e/ou divergências familiares, os preconceitos (ideológicos/religiosos), pontos de vista radicais, etc., entendendo que o papel da ciência deve ser considerado neutro, porém o que se percebe é a omissão e o desinteresse pelo caráter científico das questões sociais (SANTOS, 2007).

Em outro aspecto derivativo do anterior, pode-se dizer que os educadores precisam opinar, de forma imparcial, sobre as questões sociais relacionadas com os transgênicos, as células-tronco, o superaquecimento do planeta, e tantas outras, como a miséria e a saúde, que, apesar de serem problemas de outro gênero, de alguma maneira estão relacionados com o desenvolvimento social prometido pela idéia de “progresso” da ciência. Todavia há um abismo no que se refere à ciência escolar e às ocorrências da mídia, os alunos não compreendem o básico da solução ou até a formulação dos problemas que os envolvem e que os cientistas se ocupam (Machado, 1997). Sendo assim, atribuir à construção de conhecimentos valores sociocientíficos, pode fazer uma grande diferença e ajudar a reduzir este “abismo”.

1.4 A Importância do Processo de Ensino e Aprendizagem da Física para a Sociedade e o Papel do Professor nesse Contexto

Ao se estabelecer uma análise conceitual da Física, pode-se chegar à questão primeira do motivo pelo qual se ensina a Física que é a do conhecimento sobre os fenômenos naturais e sobre como estes podem ser explicados à luz da matemática e/ou da visão científica dos “porquês”.

Contudo, não se almeja mais a visão tradicionalista de aceitar que o conhecimento seja apenas técnico, ou seja, que simplesmente seja “passado” para o aluno. Assim, quando se busca a importância da Física, subentende-se que seja uma disciplina essencial para a compreensão da vida e esta compreensão forma o conceito desta disciplina que, em sua total compreensão, ultrapassa os bancos escolares e o roteiro programático do professor. Tal conceito acaba por criar uma relação entre alunos e professores construindo conhecimentos baseados em conceitos científicos, no caso, da Física e demais exatas, mas conhecimentos que estão enraizados com influências oriundas, tanto das realidades discentes como gostos, dificuldades, déficit de atenção, conceitos familiares, religiosos, éticos e sociais, quanto das realidades docentes que em muito se assemelha ao dos alunos, denotando que o conceito da Física, além do geral, existe um específico que está ligado com o social, uma vez que este é pra ser usado para a vida de forma a consolidar o conhecimento escolar com a realidade contemporânea.

Então, a Física está intrinsecamente relacionada com as questões sociocientíficas (QSCs) dos atores escolares e familiares. Nesse sentido, Gardner (1994) afirma que cada aluno vivencia e participa da aula de forma diferente, pois há outras variantes no processo de aprendizagem: o que o aluno ouve, relaciona com seu conhecimento prévio e compreende; da sua capacidade de concentração naquele momento; de seu humor; da forma como se sentiu motivado, ou ainda, como enfatiza, de acordo com o seu tipo de inteligência.

Portilho e Almeida (2008, p. 474) relatam que,

Por mais que a aula esteja maravilhosa e seja seguida por exercícios de fixação bem planejados, não há garantia de que todos os alunos efetivamente aprenderam a lição. A recepção por parte dos alunos não é padronizada, mas a forma como aplicamos a aula, sim. É fácil imaginar, o

que significa para um aluno, ter que ficar sentado uma tarde toda numa sala de aula, quando ele possui inteligência cinestésica, isto é, ele tem habilidade para resolver problemas e chegar ao conhecimento, utilizando seu corpo, através de movimentos ou de sua expressão corporal.

Esta nova análise conceitual da Física aproxima o professor do aluno no sentido de que são seres humanos com qualidades positivas e negativas e realidades mais ou menos trabalhadas, o que faz com que o professor lembre que não sabe tudo, e que, a cada dia, tem a oportunidade de estar reavaliando seus conhecimentos e descartando o que não é fato e assimilando aquilo que faz diferença para o aprimoramento professor/aluno. De acordo com Popper (1982, p. 57).

Quanto mais aprendemos sobre o mundo, quanto mais profundo nosso conhecimento, mais específico, consciente e articulado será nosso conhecimento do que ignoramos – o conhecimento da nossa ignorância.

Popper (1982) destaca que a essência deste conhecimento é que a principal fonte de nossa ignorância é o fato de que nosso conhecimento só pode ser finito, mas nossa ignorância deve necessariamente ser infinita. Tal pensamento teórico pode ressaltar qualidades de grande importância para os professores no exercício do ensino da Física: a humildade em reconhecer suas limitações e sua ignorância sobre o que desconhece ao tentar aprimorar suas técnicas. Isso é mais um fato para considerar as QSCs como uma, das várias existentes, forma de efetivar um conhecimento relevante, visto que, segundo o autor, o conhecimento que se “apodera” é finito, logo, se há formas existentes de melhoria no processo de ensino da Física, estas devem ser levadas em conta.

Para Miguel (2009), a discussão a respeito da formação de conceitos do ensino da Física, Matemática, portanto, como de outras das exatas, deve considerar, como teses centrais da ação na situação de ensino e de aprendizagem, as perspectivas da contextualização que faz a consideração do ensino pedagógico com Matemática dos aportes socioculturais do aluno para se considerar na escola situações vivenciadas pelos alunos fora dela, ou seja, um conhecimento capaz de ser usadas por diversos grupos sociais de modo a permitir a interação entre essas duas formas de realidade: a das ciências e a do cotidiano; a historicização que remonta aos alunos a evolução

das idéias matemáticas e como se complementam formando um todo orgânico e flexível, o que se torna um pressuposto básico para se compreender os conceitos matemáticos como um processo de construção. Em seguida deve haver o enredamento que tecerá a organização das idéias matemáticas em articulação com as diversas áreas do conhecimento, posto que elas não surjam do nada, mas, ao contrário, muitas ideias matemáticas nem se quer desenvolveram-se dentro dos contextos matemáticos.

Além de ter a figura do educador como mediador do processo de construção do conhecimento, criando situações pedagógicas para que o aluno possa exercitar a capacidade de buscar soluções para os problemas apresentados, há a preocupação em discutir as diretrizes de um processo de ensino de ciências exatas situado na perspectiva da formação de conceitos que impõe considerar a dinâmica de trabalho desenvolvida por professores e alunos, bem como indicar os princípios metodológicos norteadores dessa ação que invariavelmente são as QSCs, já que estas estão no todo dos atores escolares e podem em muito contribuir para a contextualização citada (MIGUEL, 2009).

Portilho e Almeida (2008) destacam a ideia de que o professor não deve se considerar alguém que tem a obrigação de saber tudo, mas sim alguém que sabe como orientar as descobertas das soluções, ou ainda, igualmente importante, saber compreender as limitações de cada aluno para assim, melhorá-lo ou aperfeiçoá-lo. Neste sentido expressam:

[...] o professor não deve colocá-lo como pronto, acabado e verdadeiro, mas sim propor questões e gerir discussões que busquem respostas às mesmas, ensinando ao aluno, o quanto é essencial que ele saiba argumentar na defesa de suas posições e de suas idéias (PORTILHO E ALMEIDA, 2008, p. 475).

Popper (1996) defende que aprendemos muito sobre as nossas próprias opiniões e também sobre as que pretendemos entender. Assim, entende que a ortodoxia pode representar a morte do conhecimento ou da curiosidade em conhecer mais, pois o aumento do conhecimento depende exclusivamente da existência de discordância que acaba por levar a discussões, argumentações e a críticas mútuas que só podem enriquecer as partes envolvidas neste processo.

Ao formular na obra “O mito do contexto”, Popper (1996, p. 57) define:

“A existência de uma discussão racional e produtiva é impossível, a menos que os participantes partilhem um contexto comum de pressupostos básicos ou, pelo menos, tenham acordado em semelhante contexto em vista da discussão”, defende uma tese contrária. Uma discussão entre pessoas que compartilham várias opiniões tem poucas probabilidades de vir a ser proveitosa, ainda que possa ser agradável; enquanto uma discussão entre contextos bastante díspares pode ser extremamente proveitosa, ainda que, por vezes, possa ser muito difícil e, talvez, não tão agradável (possamos embora aprender a apreciá-la).

Reforçam Portilho e Almeida (2008, p. 475) que;

Uma discussão será tanto mais proveitosa, quanto mais capazes forem os participantes de aprender com ela, pois tendo suas opiniões abaladas, foram obrigados a pensar respostas novas. A fecundidade neste processo depende, quase exclusivamente, da lacuna entre as opiniões dos participantes, e, quanto maior ela for mais proveitosa terá sido a discussão e maior terá sido o conhecimento dela suscitado.

Também ao se definir uma análise conceitual da Física na perspectiva do Ensino Médio, deve-se tocar na questão crucial quanto aos objetivos da mesma, pois, assim como em outras disciplinas, o método de avaliação do que foi assimilado no contexto escolar é sem dúvida um dos temas mais polêmicos com relação ao ensino atualmente.

Nesse sentido Portilho e Almeida (2008, p. 476) questionam que o antigo conceito de avaliação como simples constatação do nível de aprendizagem do aluno vem sendo substituído por práticas muito menos inibidoras e positivistas, como a verificação de atividades contínuas, tendo em vista não apenas o resultado final, mas o processo como um todo. Essa visão processual é decorrente do modo de se compreender a educação numa perspectiva integral o qual não basta formar a mente do estudante, pois a pessoa não é apenas racionalidade pura. Trata-se de formar todas as dimensões que a humanizam e a preparam para viver em sociedade de modo pleno.

Perrenoud (1999) se refere ao professor como aquele que é levado a observar mais metodicamente os alunos, a compreender melhor seus funcionamentos, de modo a ajustar de maneira mais sistemática e individualizada suas intervenções pedagógicas e as situações didáticas que propõe. Tudo isso na perspectiva de aperfeiçoar as aprendizagens, e reforça que a avaliação não é tão-somente uma análise da análise.

Avaliar não é buscar uma via medíocre, que unifique os contrários. Não é excluir, escolher um entre dois termos alternativos, nem tampouco uma prática punitiva. Não é uma ferramenta que indica o que o aluno não aprendeu ou estudou. Não basta querer fazer bem, não basta apostar que o outro chegará lá, ainda é preciso agir com ele. Caminhar de mãos dadas durante todo o processo. Avaliar é verificar se o professor inferiu de forma significativa, considerando de onde o aluno partiu até onde conseguiu chegar (PERRENOUD, 1999, p. 89).

Na visão de Morin (1988, p. 136), podemos perceber que seus conceitos também caminham nesta direção quando diz que, nesta sociedade globalizada, não basta apenas aprender muitas coisas, é preciso aprender coisas diferentes e em um tempo curto. A demanda de aprendizagens contínuas e massivas requer a construção de novos imaginários, esquemas valorativos e estilos de aprendizagem. A complexidade da realidade exige superar o paradigma da disjunção, redução e unidimensionalização, na busca de um saber complexo, que permita distinguir sem desarticular, associar sem identificar ou reduzir, através da formação de grupos que possam praticar a interdisciplinaridade e o diálogo de saberes.

Os questionamentos a respeito do ensino da Física são tão relevantes que podem impactar em toda uma geração, pois quando uma determinada classe de alunos recebe uma forma mais eficiente de aprender e a pensar, onde esta mesma turma também recebe atenção suficiente para dirimir suas necessidades sociocientíficas, podem, além de se tornarem indivíduos melhores, tornarem-se também diferenciais no campo das ciências e chegar a contribuir para grandes avanços em seu país.

No contexto dessa nova compreensão da educação e, sobretudo de avaliação, está o conceito de reconstrução. Devemos compreender que “a presença do ser humano na realidade não é um fenômeno lateral, porque a constitui, e vice-versa”. A simples imitação, em si mesma, não é aprendizagem. Por essa razão, a avaliação

não pode contentar-se com a mera reprodução-imitação do que foi ensinado. De fato, a parte menos interessante da aprendizagem é a imitação e a mais gloriosa é a reconstrução que implica saber escrever a própria história em meio a circunstâncias dadas, levando em conta a história dos outros, a realidade superveniente e as pressões de toda sorte (DEMO, 2000, p. 151).

2. Abordagem das Questões Sociocientíficas (QSCs) e as Alternativas da Aprendizagem de Física para Alunos do Ensino Médio

O Processo de Ensino e Aprendizagem (PEA) contemporâneo passa por mudanças que prometem significância no campo educativo, conforme observado nos argumentos anteriores desta pesquisa. O uso de metodologias que trazem consigo um arcabouço de Questões Sociocientíficas (QSCs) relacionadas com situações socialmente polêmicas para a formação de conhecimentos científicos e valores na formação do cidadão podem fazer a diferença nesse contexto de mudanças. Porém é necessário considerar o PEA dando ênfase na importância do processo cognitivo do estudante, os conteúdos de ensinamentos e as situações em que estes estão inseridos em sua realidade. A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud se encaixa perfeitamente neste requisito e, portanto, torna-se necessário conhecer o quão importante essas abordagens representam para o aprendizado da Física.

2.1 As Questões Sociocientíficas (QSCs) e sua Relevância para o Processo de Ensino e Aprendizagem

Atualmente o ensino de qualquer disciplina não está isento das questões sociocientíficas e, em grande parte, porque o avanço da tecnologia através da internet e da mudança de paradigmas sociais tem produzido diversos fenômenos que estavam latentes na sociedade, ou seja, sempre existiram, porém estavam encobertos pela rigidez dos conceitos sociais e pela limitação da tecnologia.

Autores como Auler (2007); Santos e Mortimer (2001); Teixeira (2003); Nascimento e Linsingen (2006) são alguns dos teóricos que vem observando essas mudanças ao longo do tempo e, nesse sentido, colocam que os mitos estão aliados à concepção linear do desenvolvimento do conhecimento científico, na qual se concebe, entre outros aspectos, que os desenvolvimentos científico, tecnológico, econômico e social são, cada um deles, meras consequências um do outro.

Contudo, Cerezo (2004) faz menção sobre o movimento CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) que surge em um período histórico no qual a ciência e tecnologia proporcionavam grande desenvolvimento e comodidade para a sociedade, recebendo em troca grande credibilidade social, no entanto esta

supervalorização gerou compreensões distorcidas e descontextualizadas sobre a ciência, sobre seu papel e sobre o modo como constrói conhecimento.

Como citam Sadler e Zeidler (2004), a veia educativa desse processo criou alguns mitos cientificistas que a tudo explicavam e acabaram por suprimir as questões menos tácitas do indivíduo, formando uma espécie de masmorra psicológica para impedir sua expressão emocional. Então aspectos importantes sobre a potencialidade educativa da discussão destas questões no ensino de ciências são destacados por tais como seu caráter controverso, socialmente relevante, envolvendo problemas reais, a ciência, tecnologia e seu componente ético, fazendo com o que, com todas as dimensões objetivas e subjetivas que as envolvem, tornam-se essenciais na formação de indivíduos educados científico-tecnologicamente.

Como salienta Carnio (2014), o movimento CTSA no ensino de ciências gerou uma reflexão sobre as questões sociocientíficas (QSCs), trazendo à tona explicações para a construção sócio-histórica do indivíduo, o que possibilita analisar e discutir os processos que influenciam a construção do conhecimento científico, as relações (éticas, morais, políticas, de interesse, de poder, e outras) que permeiam seu desenvolvimento e as aplicações (muitas vezes controversas) da ciência na vida cotidiana. Estas considerações visam favorecer um ambiente formativo que contraponha a ideia da ciência enquanto neutra, detentora da verdade absoluta e inquestionável.

Alguns autores como Ratcliffe e Grace (2003); Lopes (2010) e Martínez (2010) debatem temas controversos envolvendo discussões do mundo da ciência e suas implicações socioambientais que constituem ambientes favoráveis para o fomento dos aspectos que requerem o questionamento da natureza do desenvolvimento científico. Estas QSCs têm sido consideradas um modo de efetivação dos pressupostos do movimento CTSA no ensino de ciências em salas de aula, o que nos reporta ao ensino da Física e de um caráter não mais somente técnico, mas que possa admitir a complexidade dos atores do processo de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, Abd-El-Khalick (2003) traz à tona que as questões sociocientíficas são consideravelmente diferentes do tipo de problemas geralmente abordados nas aulas de Física, pois as aulas tradicionais de Física no Ensino Médio possuem uns âmbitos bem delimitados e acionados por conhecimento disciplinar e objetivo que se traduzem em uma única resposta de tipo certo ou errado. Entretanto,

ao se buscar as origens dos problemas de aprendizagem e de ensino por parte dos professores, no que diz respeito às QSCs, entra-se inevitavelmente no campo dos problemas que os envolvem como o fato de que são pouco delimitados, multidisciplinares, e carregados de valores estéticos, ecológicos, morais, educacionais, culturais, religiosos entre outros, trazendo barreiras para os professores na tentativa da abordagem. Porém ao se transpor tais barreiras, através de uma metodologia eficiente e, é claro, uma porção de predisposição por parte dos docentes, os resultados são significantes tanto para o social como para o científico intelectual.

Então, não somente a Física enquanto disciplina como qualquer outra modalidade de estudo educacional terá o papel ampliado para um âmbito sociocientífico. E esse estudo dos impactos das QSCs nas concepções dos cidadãos acerca da natureza da ciência torna-se especialmente importante e relevante no que diz respeito aos professores de ciências, dadas as eventuais repercussões nas suas práticas de sala de aula e nas concepções dos seus alunos acerca do que é a ciência (CARNIO, 2014).

A partir deste princípio, onde os professores, através das ideias que veiculam, das estratégias que implementam e da forma como abordam estas controvérsias nas aulas - podem ter um impacto considerável nas concepções que os seus alunos constroem acerca da ciência (REIS, 2004: 2-3).

De acordo com Ratcliffe e Grace (2003), o trabalho com QSCs em sala de aula não é unanimidade entre os professores. Mesmo porque pesa aí justamente uma das questões sociocientíficas mais proeminentes da classe do magistério: salários e reconhecimento. Assim, muitos professores consideram que estas discussões não cabem no discurso das aulas de Física, acreditam que os cenários não devem se misturar, tal como o exemplo de debate sobre as dificuldades de aprendizado do aluno por motivos de saúde, como a cegueira ou a hiperatividade, com o contexto técnico da disciplina.

A partir deste enfoque é possível entender que os professores são elementos chave no processo de aprendizagem a partir da abordagem das QSCs, ou seja, o debate sobre as questões sociocientíficas não são mais facultativo à educação, mas sim uma necessidade gritante a cada dia, para que haja um elo entre a metodologia

do ensino da Física com considerações sobre os atores deste processo (professores e alunos).

Na opinião de Moreira (2001), as reflexões sobre o professor e sua prática correspondem às experiências pedagógicas em que docentes constroem e reconstróem seus conhecimentos, ou pelo menos, deveriam usar esse processo reflexivo para aumentar o desempenho de seus alunos.

Para Freire (2000), a abordagem de QSCs pode ser analisada de maneira que os aspectos ambientais, políticos, econômicos, éticos, sociais e culturais relativos à ciência e à tecnologia venham a emergir de conteúdos problematizados culturalmente. Isso significa que, eles não são inseridos no contexto educacional necessariamente como perguntas controversas ou como conteúdo programático, mas sim como processo constante de reflexão sobre o papel social da ciência.

Segundo Santos & Mortimer (2009) existe a necessidade da abordagem de QSCs no sentido de (re) significação da função social do ensino da Física, com o objetivo de desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística, como a proposta por Paulo Freire (1992). A partir da análise deste autor:

[...] a educação deveria ir muito além da repetição, se constituindo em um instrumento de libertação, de superação das condições sociais vigentes. Para ele, ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo (Freire, 2000, p. 68).

Essa mediatização ocorre por meio de uma educação problematizadora, de caráter reflexivo, de desvelamento da realidade, na qual o diálogo começaria a partir da reflexão das contradições básicas da situação existencial. É nessa reflexão que o diálogo permite a educação para a prática da liberdade.

Segundo Zeidler et al. (2005), vários teóricos defendem a proposta de se considerar questões sociocientíficas, introduzindo-as no currículo na forma de questionamento que possam gerar discussões em um processo argumentativo.

Segundo Ratcliffe (2003, p. 106) o ensino de ciências com diferentes objetivos, mas com os mesmos contextos, podem ser discriminados em cinco tópicos:

1) O da relevância – onde ocorre o encorajamento dos alunos a relacionar suas experiências escolares com os problemas propostos em seu

cotidiano, desenvolvendo assim, o senso crítico e o de desenvolver responsabilidade social;

2) O da motivação – despertar uma compreensão maior no aluno e em seguida o interesse dos alunos pelo estudo de ciências, tendo a mesma como aliada nas soluções de diversas problemáticas do dia-a-dia;

3) O da comunicação e argumentação – com o questionamento, fomentar o hábito dos alunos em se expressar, ouvir e argumentar;

4) O da análise – estimular o raciocínio dos alunos com maior exigência cognitiva;

5) O da compreensão – tornar conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência o mais familiar possível, inserindo novas formas de pensar.

Para Santos & Mortimer (2000), a introdução de questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e a tecnologia têm sido recomendada em currículos com ênfases em Ciência-Tecnologia-Sociedade – CTS.

Conceitos estes que estão presentes de forma intensa na vida dos alunos e que, à medida que sejam trabalhados, aprimora a formação da cidadania (AIKENHEAD, 2006; SANTOS & SCHNETZLER, 1997). Essas questões têm sido geralmente denominadas socioscientific issues (SSI) que podem ser traduzidas por questões sociocientíficas ou temas sociocientíficas.

De acordo com Zeidler et al. (2005), outros autores (Ramsey, 1993; Rubba, 1991) apontam as questões sociocientíficas como relativas às interações ciência-tecnologia-sociedade (CTS), ou seja, defendendo a necessidade de haver a CTS para que haja conceitos sociocientíficos, o que relatam não haver na Escola em seu estado normal. Em suma, defendem posições similares, mas com preceitos inversos. Embora o movimento seja o de CTS e não as QSCs o autor assume a necessidade de conhecimentos científicos entrelaçados com ações sociais ou com intervenção do homem, o que não foge do objetivo deste último movimento citado.

Apesar das dificuldades de inserção de tal abordagem apresentadas aqui pelos mais diversos autores, apoiadores ou não da causa, há uma enorme vantagem quando se transpassam essas limitações. O conhecimento significativo adquirido em conjunto com uma formação social científica necessária para se tornar um agente participante da sociedade em que vive é o que vislumbra a abordagem das QSCs. Nesse sentido a aplicação desta abordagem é no mínimo satisfatória, motivadora e prazerosa.

2.2 A Teoria dos Campos Conceituais na Abordagem das QSCs

Macewen (2009) destaca que um conceito é uma ideia ou construção mental elaborada acerca de um fenômeno, conseqüentemente, os conceitos são termos referentes aos fenômenos que ocorrem na natureza ou no pensamento. Sendo assim, as QSCs estão dentro dessa realidade, pois em sua grande maioria tem como fenômenos, mesmo que causados por homens, o berço de sua origem. O autor também afirma que as representações cognitivas e abstratas são inerentes à uma realidade perceptível formada por experiências diretas ou indiretas. De certa forma, não foge do contexto das questões acima referenciadas, isso por que, ao se falar de problemas de cunho social e científico, estamos tratando da própria realidade do aluno, mesmo que esta não esteja diretamente ligada, mas, como já foi dito neste trabalho, a própria velocidade dos meios de comunicação fazem com que, indiretamente, a realidade dos alunos faça parte de um contexto sociocientífico. Então, uma vez que observadas tais representações atreladas a experiências diretas ou indiretas, passa-se a observar os conceitos de tais representações e, de maneira mais simples, pode-se dizer que os conceitos dividem-se em empíricos, concretos (observados pelos sentidos) ou abstratos (não observáveis). Sua atividade primária permite que indivíduos possam descrever situações e se comunicar efetivamente.

Seguindo esse pensamento, que a conceitualização está fortemente ligada com a situação e com a forma com que o sujeito interage com ela, Moreira (2002), destacando Gérard Vergnaud, discípulo de Piaget, oferece contribuições que ampliam e redirecionam o foco Piagetiano das operações lógicas gerais, das estruturas gerais do pensamento para o estudo do funcionamento cognitivo do "sujeito-em-situação". Assevera que, diferente do pensamento Piagetiano, adota como referência o próprio objeto de estudo, o conteúdo do conhecimento e a análise conceitual (VERGNAUD, 1994, P. 41; FRANCHI, 1999, P. 160).

Segundo Vergnaud (1998, p. 173):

O desenvolvimento cognitivo é fortemente influenciado pelo conteúdo do ensino. A sua teoria dos campos conceituais afirma que o ponto fundamental da cognição é o processo de conceitualização do real, atividade psicológica interna ao sujeito que não pode ser reduzida nem a operações lógicas gerais, tampouco às operações puramente lingüísticas. O desenvolvimento cognitivo não pode ser explicado por modelos simplistas,

seja recorrendo a idéias de reprodução social, seja pela emergência de estruturas inatas do sujeito, ou ainda por meio da metáfora da mente como processamento de informação.

Apesar de Vergnaud não referir às QSCs ao comentar o sujeito-em-situação tal argumento não deixa de perder a sua força, uma vez que se levarmos em conta que a abordagem pedagógica fazendo uso de tais questões coloca o aluno, ou pelo menos tenta colocar, no centro da situação a ser analisada e o professor, quando bem preparado, tenta construir conhecimentos, em conjunto com o estudante, a partir de uma reflexão da turma. Mesmo sendo uma abordagem fictícia da situação científica em questão, a situação de aprendizado de reflexão da situação criada é real e, portanto, coloca o estudante em ação com suas análises conceituais.

Segundo Carvalho Jr. (2008), Piaget afirma que possuímos dispositivos de análise dos mecanismos gerais do desenvolvimento do sujeito que podem conduzir às aprendizagens. Neste sentido, a Teoria da Equilibração, Piaget (1986), com seus conceitos de assimilação, acomodação, perturbação, compensação e equilíbrio majorante nos fornece amplas bases para explicar a emergência das novidades no curso das ações e operações de um sujeito frente a um objeto de conhecimento. Essa dimensão funcional da teoria Piagetiana é, em essência, preservada na teoria de campos conceituais de Vergnaud, que toma como base o conceito Piagetiano de esquema.

Segundo Moreira (2002), Vergnaud destaca que o conhecimento está organizado em campos conceituais, cujo domínio, por parte do aprendiz, vai acontecendo ao longo de um extenso período de tempo por meio da experiência, maturidade e aprendizagem. Esses campos conceituais são recortes do mundo físico com um forte componente cultural associado.

Vergnaud define como campo conceitual:

[...] um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição (VERGNAUD, 1998, p. 116).

Um ganho em se trabalhar com a Teoria dos Campos Conceituais no planejamento e na análise de situações de ensino é que essa é uma teoria que lida

com o desenvolvimento cognitivo e com a aprendizagem a partir dos próprios conteúdos do conhecimento e a análise conceitual do seu domínio. Para Vergnaud, o objeto de ensino influencia fortemente a forma como o conhecimento é construído por parte do estudante (MOREIRA, 2002).

Para Vergnaud (1998, p. 181):

Piaget não se deu conta de quanto o desenvolvimento cognitivo depende de situações e de conceitualizações específicas necessárias para lidar com elas. Ele também não observou o infrutífero que é tentar reduzir a complexidade conceitual, progressivamente dominada pelas crianças, a algum tipo de complexidade lógica geral.

Ainda explica que:

Mas que apesar de ter feito um trabalho muito importante para a educação, ele não trabalhou dentro da sala de aula ensinando matemática e ciências. No entanto, no momento em que nos interessamos por aquilo que se passa na sala de aula, somos obrigados a nos interessar pelo conteúdo do conhecimento (VERGNAUD, 1994, p. 41).

Complementa ainda Moreira (2002) que o próprio Vergnaud, no que se refere à Matemática, foi obrigado a se interessar muito mais do que Piaget por questões como as estruturas aditivas e as estruturas multiplicativas para estudar as dificuldades dos alunos nessas áreas. Parece-lhe claro que as dificuldades dos estudantes não são as mesmas de um campo conceitual para outro e que o reforço de sua teoria dos campos conceituais supõe que o âmago do desenvolvimento cognitivo é a conceitualização. Sendo assim, as QSCs tomam parte de um quadro cada vez mais abrangente ao ser analisada à luz da Teoria dos Campos Conceituais, isto porque necessitam de uma compreensão que, em muito, fogem de uma determinada área do conhecimento, como é o caso dos resíduos (lixo) de uma grande cidade que para se iniciar uma abordagem sobre o assunto é necessário o conhecimento de disciplinas distintas como Física, Biologia, Química e outras. E o que dizer de uma realidade social que não conhece o mínimo de seus conceitos científicos, causando dificuldade de comunicação e até transtornos como na falta de compreensão do conceito de peso, onde é comum ver uma sociedade ainda

confundindo massa com peso. Apesar de não se tratar de uma situação polêmica que possa causar riscos ambientais, esta causa prejuízo social no desenvolvimento linguístico e cultural. Tal situação, apesar de difícil início, pode ser um exercício para o uso da interdisciplinaridade, e fazendo isso está o estudante e o professor entrando nos mais diversos campos conceituais, ampliando-os e, conseqüentemente, potencializando-os para outros aprendizados.

De acordo com Vergnaud (1998, p. 173), sua teoria é a pedra angular da cognição, por isso deve-se dar toda atenção aos aspectos conceituais dos esquemas e à análise conceitual das situações para as quais os estudantes desenvolvem seus esquemas, na escola ou fora dela.

Moreira (2002) relata que apesar de não ser uma teoria de ensino de conceitos explícitos e formalizados, possui crédito por sua profundidade e resultados oferecidos no campo do ensino conceitual, pois aval no processo de conceitualização do real que permite localizar e estudar continuidades e rupturas entre conhecimentos do ponto de vista de seu conteúdo conceitual.

Segundo Carvalho Jr. (2008, p. 212) Vergnaud apresenta três justificativas para que se utilize o conceito de campo conceitual como forma de análise para a questão da obtenção de conhecimento:

(1) Um conceito não se forma a partir de um só tipo de situação, o que sugere a necessidade de se diversificarem as atividades de ensino em um movimento que permita ao sujeito a aplicação de um dado conceito em diversas situações e que faça a integração entre as partes e o todo. Vários autores, como Hestenes (1996) e Kaper e Goedhart (2002) confirmam essa proposição.

A necessidade de diversificação de situações cumpre um papel importante na conceitualização, pois fornece uma base para que os estudantes possam testar seus modelos explicativos em contextos diversos, enriquecendo tais modelos ou reformulando-os, como nos indica Vosniadou (1994).

(2) Uma situação não se analisa com um só conceito, o que implica na necessidade de uma visão integradora do conhecimento. Atividades didáticas que permitam uma visão generalizante do conhecimento podem contribuir para uma melhor apropriação do mesmo por parte dos estudantes.

Para esta questão, Hestenes (1996) defende que a redução na quantidade dos conteúdos trabalhados em sala de aula em favor da centralização em conceitos-chave provê a chave para que os estudantes tenham tempo de construir, testar e

validar seus modelos explicativos. Acreditamos que, trabalhando os conceitos que estruturam um dado campo conceitual com profundidade e durante um intervalo de tempo suficiente, fornecemos elementos para que os estudantes construam uma visão integradora do que está sendo aprendido.

(3) A construção e apropriação de todas as propriedades de um conceito ou todos os aspectos de uma situação é um processo longo, o que está em perfeita sintonia com o que Clement (2000) afirma acerca da progressão dos modelos pessoais em direção aos modelos científicos. É importante, pois, que os diversos patamares que podem ser atingidos pelos estudantes ao longo de sua instrução sejam levados em conta no desenho e na posterior aplicação de intervenções didáticas.

Mesmo que falsos no plano científico, alguns modelos explicativos intermediários podem cumprir um importante papel na trajetória de aprendizagem de um dado sujeito. Na teoria dos campos conceituais, o desenvolvimento cognitivo depende fortemente da situação e da conceitualização específicas. O autor entende que a situação é uma tarefa, teórica ou empírica, a ser realizada pelo sujeito (CARVALHO JR., 2008, p. 213).

[...] o saber se forma a partir de problemas para resolver, quer dizer, de situações para dominar. [...] Por problema é preciso entender, no sentido amplo que lhe atribui o psicólogo, toda situação na qual é preciso descobrir relações, desenvolver atividades de exploração, de hipótese e de verificação, para produzir uma solução (VERGNAUD, 1990, p. 52).

Sendo assim, Vergnaud, ao contrário de Piaget, não procura construir uma teoria geral para o desenvolvimento, ao contrário, procura relacionar o desenvolvimento do sujeito com as tarefas que este é levado a resolver. Nota-se que, para ele, a cognição possui um componente fortemente situado nas situações. O autor afirma que o processo de desenvolvimento cognitivo, por ser fortemente dependente das situações a serem enfrentadas pelo sujeito, tem como cerne a construção de conceitos, ou seja, a conceitualização. A conceitualização é um processo longo, que requer uma diversificação das situações (CARVALHO JR., 2008).

Neste campo, Vergnaud (1994, p. 56-57) insere, sem rotular, uma ênfase das QSCs que tem suas origens nas mais variadas situações de campos conceituais distintos, levando a conceitualização ao extremo, pois necessita de conhecimento interdisciplinar, isto é, de ampliação dos campos conceituais, pois a conceitualização é o cerne do desenvolvimento cognitivo, devemos, pois, compreender o que se entende por conceito na teoria dos campos conceituais, e que, estes campos conceituais estão predispostos na configuração psicológica, social e científica dos alunos. Compreender esta estrutura da conceitualização é a peça chave para identificá-la na abordagem das QSCs, uma vez que essa leva o estudante a reconhecer o mesmo conceito em várias situações e perceber que uma única situação abordada pode ser explicada, levando ao mesmo objetivo, por conceitos distintos e eficazes. Nesse contexto é interessante discriminar como o autor concebe tal conceito e que os divide, para melhor análise, em três conjuntos:

1. O conjunto das situações (S) que dão sentido ao conceito. A entrada em um campo conceitual se dá pelas situações, que são responsáveis pelo sentido que é atribuído ao conceito, ou seja, um conceito torna-se significativo através de uma variedade de situações. Essa postulação de Vergnaud se inscreve no âmago de sua teoria, uma vez que o foco de análise é o sujeito-em-ação. O conjunto das situações é reconhecido como o referente do conceito. Para a construção da seqüência de ensino que embasou essa pesquisa, iniciamos pela organização das situações que poderiam ser trabalhadas em sala de aula.

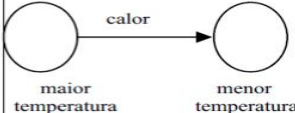
2. Os invariantes (I) sobre os quais repousa a operacionalidade dos conceitos. Esses invariantes representam aquilo que se preserva nos conceitos e que permite que sejam reconhecidos como tais nas situações. Os invariantes representam o significado do conceito.

3. As representações simbólicas (R) que podem ser utilizadas para indicar e representar os invariantes e, portanto, representar as situações e procedimentos para lidar com elas. É identificado como o significante do conceito.

Bittar (2002, p. 7) gera um exemplo tomando como tema os conceitos de calor e temperatura, fazendo uso de uma análise da Teoria dos Campos Conceituais para a determinação dos conceitos envolvidos. Desta forma surgirão os conjuntos há poucos comentados: as situações, os invariantes e as representações. Para o estabelecimento dos invariantes o autor utiliza um modelo que o mesmo elaborou e

chama a atenção para o fato de que as invariantes, embora mantenham algumas características imutáveis, podem sofrer alterações no conjunto ao serem interpretados pelos alunos, devido a estrutura cognitiva de aprendizagem de cada um ser distinta. Os quadros 1 e 2 a seguir demonstrarão os conceitos trabalhados à luz da Teoria de Vergnaud.

Quadro 1 - Os conceitos de calor como utilizados no planejamento da sequência de ensino.

| Conceito: Calor | | |
|---|---|--|
| Situações que envolvem o conceito de calor | Invariantes operatórios passíveis de serem enunciados pelos estudantes | Representações simbólicas |
| Processos de aquecimento e resfriamento. Sensações térmicas. Mudanças de estado físico. Funcionamento de máquinas térmicas. Interações térmicas entre sistemas. | O calor sempre flui do objeto de maior para o de menor temperatura, sendo, portanto, um processo assimétrico. O calor pode provocar variação de temperatura e/ou mudança de estado físico. O calor é um processo irreversível. Há uma equivalência entre calor e trabalho, como processos de transferência de energia. Em um sistema isolado termicamente, a quantidade de calor cedido é igual à quantidade de calor recebido. | $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ {Q = quantidade de calor; m = massa; c = calor específico; ΔT = variação da temperatura} $\Delta U = Q - W$ { ΔU = variação da energia interna de um sistema; W = trabalho realizado}  |

Fonte: Carvalho Jr, G. e Aguiar Jr., O., 2008.

Quadro 2 - Os conceitos de temperatura como utilizados no planejamento da sequência de ensino.

| Conceito: Temperatura | | |
|--|---|--|
| Situações que envolvem o conceito de temperatura | Invariantes operatórios passíveis de serem enunciados pelos estudantes | Representações simbólicas |
| Processos de aquecimento e resfriamento. Interações térmicas entre sistemas. Análise da energia interna de um sistema. | Por meio da temperatura, podemos verificar se haverá calor entre dois sistemas. A temperatura indica o sentido do calor. A diferença de temperatura entre dois sistemas que interagem termicamente está associada à intensidade do calor. A temperatura de um sistema pode ser alterada pelo calor ou pelo trabalho. As partículas têm energia cinética, cujo valor médio está associado à temperatura. | $\bar{E}_C = \frac{3}{2}KT$ \bar{E}_C = energia cinética média K = constante de Boltzmann T = temperatura |

Fonte: Carvalho Jr, G. e Aguiar Jr., O., 2008.

Todavia esta pesquisa entende que situações devem ir além de conceitos previamente estabelecidos, mesmo sabendo da importância destes. Criar uma realidade ou ao menos simular esta, de forma direcionada, para que os conceitos que se desejam construir ali estejam, é um dos objetivos que norteiam esta pesquisa. Todavia o exemplo de CARVALHO JR (2008) não perde força literária, mas revela a este trabalho a importância que a Teoria de Vergnaud tem para a análise. Neste exemplo podem-se perceber como na interpretação de uma questão, os conceitos sofrem alteração na medida em que vem dos resultados das experiências do aluno.

As QSCs podem ser direcionadas para esse foco. Uma questão como o aquecimento global poderia muito bem se encaixar nesse contexto, pois trabalha de forma sistemática os conceitos acima relacionados nos quadros 1 e 2 poderiam facilmente ser construídos e a partir dos debates gerados poderia se perceber os três conjuntos teóricos da conceitualização de Vergnaud. A possibilidade de trabalhar uma conceitualização tão importante para a ampliação dos Campos Conceituais e, ainda sim, poder construir uma formação cidadã científica é, no mínimo, aceitável didaticamente para uma abordagem da construção no conhecimento. Assim, frente a uma determinada situação, seja utilizando os exemplos do autor acima ou fazendo uso das abordagens de QSCs, o sujeito age segundo as representações que dela faz, sendo o esquema o elo entre as representações e a sua conduta. O mesmo esquema Piagetiano, isto é, a noção de esquema é, para Vergnaud, a maior contribuição de Piaget e é entendido como a organização invariante do comportamento para uma determinada classe de situações (MOREIRA, 2002).

Vergnaud (1998, p. 173) relata que o conceito de esquema é muito frutífero, não somente para descrever comportamentos familiares, mas também para descrever e compreender os processos de resolução de problemas. Vai mais além, identificando quatro ingredientes de um esquema, que são:

(1) Metas (objetivos) e antecipações, pois um esquema está orientado sempre à resolução de uma determinada classe de situações.

(2) Regras de ação, busca por informações e controle, que são os elementos que dirigem a seqüência de ações do sujeito;

(3) Invariantes operatórios (teoremas-em-ação e conceitos-em-ação) que dirigem o reconhecimento, por parte do indivíduo, dos elementos pertinentes à situação e, portanto, guiam a construção dos modelos mentais;

(4) Possibilidades de inferência (ou raciocínios) que permitem determinar as regras e antecipações a partir das informações e dos invariantes operatórios dos quais dispõe o sujeito.

Desses ingredientes, os invariantes operatórios, cujas categorias principais são teoremas-em-ação e conceitos-em-ação, constituem a base conceitual implícita que permite obter a informação pertinente e, a partir dela e dos objetivos a alcançar, inferir as regras de ação mais pertinentes (VERGNAUD, 1996, p. 201).

Assim, é nos esquemas que devemos pesquisar os conhecimentos-em-ação do sujeito (os conceitos-em-ação e os teoremas-em-ação), uma vez que é aí que podemos encontrar os elementos que fazem com que a sua ação seja operatória. Vergnaud prefere falar da interação esquema-situação ao invés da interação sujeito-objeto, como fazia Piaget. O esquema é um referente do sujeito do conhecimento e a situação é a circunstância e o contexto em que o objeto a ele se apresenta (CARVALHO JR., 2008, p. 218).

Nessa análise, pode-se perceber que o desempenho do indivíduo está relacionado com suas emoções e quando se refere ao campo das QSCs esses sentimentos são, em muitos casos, motivadores de tais debates. A raiva, o medo, a curiosidade, a incerteza e o desaprovo são elementos chaves em muitas abordagens sociocientíficas e conseqüentemente, quando bem direcionadas, no processo de ensino e aprendizagem. O conceito de esquema pode conduzir a análise dos conhecimentos-em-ação do sujeito. Uma das maneiras de se verificar tais conhecimentos é por meio do acompanhamento dos diversos momentos em que os estudantes são chamados a dar respostas a problemas. Isso por que tais respostas, geralmente, veem enraizadas de emoções que o próprio estudante criou no momento da análise e que de alguma forma tornou-se parte do esquema que, cognitivamente, construiu.

Segundo Carvalho Jr. (2008), é possível que se verifique, por meio da análise das estratégias utilizadas na resolução de um problema, os esquemas que um determinado sujeito lança mão, bem como os modelos mentais construídos frente a novas situações. Essa análise permite compor um quadro no qual se observa a evolução temporal dos modelos explicativos dos sujeitos inferida a partir dos

conceitos-em-ação e dos teoremas-em-ação utilizados ao longo de uma atividade de ensino de acordo com a teoria dos campos conceituais de Vergnaud. Tal análise seria de grande importância para o uso de abordagens de QSCs, pois se ao trabalhar com este movimento pedagógico conseguirmos verificar os avanços conceituais através da evolução dos modelos explicativos já seria um enorme ganho para o aprendizado.

Embora essa teoria se apresente de forma eficaz no tocante a conceitualização e seus componentes, sua análise ainda não faz parte de um contexto mais amplo no processo de ensino e aprendizagem, isto se deve ao fato da realidade de nossas escolas e de como o Ensino Médio vem sendo direcionado. Apesar da Teoria de Vergnaud ser, em alguns aspectos, de difícil entendimento, ela deixa um grande legado que é a de progressividade do conhecimento através da ampliação dos campos conceituais, os quais apresentam como pedra angular o exame dos atributos críticos da conceitualização. Contudo, mesmo com a existência de diferentes modelos de análise do conceito estas metodologias, no geral, ainda não se apresentam no Ensino Médio sob foco de nenhuma disciplina, mas isso não significa que não podemos tirar proveito pedagógico de Vergnaud e de sua Teoria dos Campos Conceituais e uma das alternativas é fazer o uso dela para identificar os padrões da construção do conhecimento em abordagens construtivistas das Questões sociocientíficas.

3. A Sequência de Ensino Fundamentada na Diversificação de Estratégias

Neste capítulo iremos discutir sobre a importância que uma sequência didática (SD) tem para o Processo de Ensino e Aprendizagem (PEA) e de como esta precisa ser encarada pela comunidade docente como mais uma alternativa pedagógica na construção de conhecimentos relevantes, portanto uma visão construtivista será necessária para um melhor desempenho de tais sequências. Para tal, o capítulo inicia conceituando uma SD, tanto apoiado por teóricos e pesquisadores quanto a visão pessoal do autor deste trabalho. Um modelo de etapas de sequência didática é apresentado com a intenção de usá-lo em uma exemplificação prática desta sequência no uso de Questões Sócio-Científicas (QSCs) sob a luz da teoria dos campos conceituais de Vergnaud. Todos entrelaçados sistematicamente, com o intuito de apresentar uma alternativa para a compreensão do conceito “peso dos corpos físicos”.

3.1 Sequência Didática para a Formação de Conceitos em Ciências

O ensinar e o aprender implicam uma relação entre o sujeito que se propõe a trabalhar e socializar saberes, alguém que está aberto a ouvir e aprender novos saberes para aprofundar conhecimentos já existentes e o objeto que trata sobre o conteúdo do conhecimento a ser ensinado e como este se apresenta entre um conjunto de situações didáticas e pedagógicas. A motivação e a predisposição para o aprendizado, por parte do aluno, também fazem parte dessa relação sujeito-objeto da aprendizagem que tem como objetivo criar um ambiente e circunstâncias de ensino através de um processo pedagógico engajado com os interesses da educação social. Para Ramos e Faria (2011) o ato de ensinar é desvelar, é acolher os posicionamentos que se articulam em sala de aula, incentivando habilidades como a capacidade de criar e de argumentar. Já aprender representa um desafio diante do desconhecido e da realidade.

Para ensinar e aprender é necessário tolerar frustrações, calar necessidades, suportar a troca e a presença do outro (RAMOS E FARIAS, 2011).

A interação ordenada destes elementos, entendidos como: aluno como sujeito, situações de ensino como objeto e professor, pode proporcionar um aprendizado diferenciado, por parte dos estudantes.

É evidente que no âmbito da sala de aula, para que de fato se possa socializar e produzir novos conhecimentos e saberes é necessário um “planejamento” que implique na realização de atividades para tornar as aulas mais dinâmicas e produtivas. O papel do professor aqui é substancial. Romper com paradigmas tradicionais conteúdista é de suma importância, uma vez que para se construir conhecimentos de relevância, como o próprio Vergnaud defende, não há um modelo único que formule o apropriamento do conhecimento, mas é necessário que se ampliem os campos conceituais em busca de novas técnicas metodológicas para o ensino em sala de aula. Tal afirmação deste teórico implica sair da visão tradicional e conteúdista no Processo de Ensino e Aprendizagem e partir para novas metodologias e ações pedagógicas onde o professor possa agir como verdadeiro orientador do conhecimento para o aluno.

Para auxiliar nesta jornada de tentativas inovadoras, de melhorar o Processo de Ensino e Aprendizagem, esta pesquisa vem elaborar um estudo sobre a importância da sequência didática e de como ela se relaciona em todo o progresso de um determinado trabalho pedagógico. Sendo assim, iniciaremos falando sobre uma pergunta que a priori parece bastante simples, mas em muito causa dúvidas nos mais variados pesquisadores: “o que é uma sequência didática?”. Segundo Zabala (1998) trata-se de atividades sistematizadas com intuito da realização de certos objetivos educacionais, correspondendo estas com os estudantes e alunos em um envolvimento didático.

Segundo o critério do autor deste trabalho, a sequência didática é um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento consciente de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada no processo ensino-aprendizagem.

Atualmente, a técnica de sequência didática já vem sendo utilizada nas diferentes áreas de conhecimento e várias são as formas e métodos de tais sequências. O autor desta pesquisa vem demonstrar um passo-a-passo que define, em sua perspectiva, fundamentando-se em posições de teóricos diversos, as etapas constituintes de uma sequência didática. A escolha do tema, os questionamentos

para a problematização do assunto, o planejamento dos conteúdos, os objetivos a serem alcançados e a delimitação da sequência de atividades com a devida atenção na formação de grupos, material didático, cronograma, a avaliação dos resultados entre outros formam o conteúdo de uma sequência didática. Na visão de Rojo e Glaís (2004), tal conteúdo ganha uma composição de um conjunto de atividades escolares, atividades, porém bem organizadas e sistematizadas, isto é, com objetivos específicos. Numa perspectiva mais simples, a sequência didática pode se resumir através de questões que o próprio professor se faz na hora de desenvolver suas atividades docentes. Tais questões são norteadoras de um trabalho didático, e, apesar de não trazer consigo o conteúdo real do trabalho, direciona-o de forma organizada e sequencial. Durante o planejamento da Sequência Didática suas etapas podem se identificar através dos seguintes questionamentos, com suas respectivas respostas:

- 1) **“O que fazer?”**: Trata-se de um questionamento inicial para a tomada de decisão que irá influenciar todo o trabalho envolvido. Compreender, entre várias opções literárias, o que trabalhar auxilia na busca pela informação e faz com que os campos conceituais, na busca de novos conhecimentos ou, ao menos, na busca de atualizações de conhecimentos anteriores, se ampliem de forma considerável. É certo que tal etapa em muito se assemelha com a fase inicial da pesquisa, isto porque necessita de um aprofundamento teórico no trabalho didático a escolher. Para Gerhardt e Souza (2009) esse tipo de etapa é marcado pela busca literária, e por entrevistas didáticas e deve ser dado o máximo de importância para que o evento pedagógico seja o mais relevante possível. Tal etapa inicial é cansativa e, conseqüentemente, pode dar início a outra questão tão importante quanto, e que, neste caso, torna-se o próximo passo.

- 2) **“Para que fazer?”**: Aqui neste ponto o objetivo é a fonte do questionamento, ou seja, o motivo de todo o evento. Qual a importância do tema outrora delimitado? Por que estudar um conjunto de assuntos didáticos e relacioná-los com outro? Para Dolz, Noverraz e Schneuwly (2013), tem o objetivo de aprimorar práticas de produção escrita e oral, a partir de determinados procedimentos e ações. Desta forma, compreender a razão pela qual se

dedica a uma tarefa pode fazer toda a diferença na excelência da construção didática e, portanto, auxiliar na aplicação prática do conhecimento. Uma vez compreendida a função da construção de uma sequência didática observamos que o próprio exercício mental exigido fica mais prazeroso, e é justamente aqui que o autor deste trabalho resolve entender um questionamento que irá definir todo o trabalho didático.

- 3) **“Como fazer?”**: Talvez essa etapa seja a mais difícil de todas, isso porque aqui a experiência é um fator potencializador. Para iniciantes não ter um esquema cognitivo que lhe apoie para estruturar formas de trabalhar o tema, seguindo etapas organizadas, cada uma com um objetivo bem específico, pode ser um obstáculo. “Desenvolver uma sequência didática envolve ter um olhar interdisciplinar para os conteúdos e habilidades preconizados no currículo, bem como realizar a transposição didática dos gêneros em estudo” (BARROS, PEREIRA E ANDRADE, 2014). Por isso aqui o levantamento teórico precisa ser novamente requisitado, não com a intenção da descoberta teórica, mas como estudo sistemático de como outros construíram suas idéias e, a partir daí, reestruturar todos os esquemas cognitivos existentes para direcioná-los com um só objetivo, criar formas de estruturar um novo trabalho pedagógico. É claro que novas idéias podem surgir sem que haja referências anteriores, porém a experiência, que aqui é dada importância, é fruto da própria Teoria de Vergnaud e, conseqüentemente, amplia, progressivamente, os campos conceituais envolvidos. Embora esta etapa seja de difícil realização, sua finalização se torna prazerosa. Uma dúvida que sempre surge após o momento de encerramento de como iremos construir um evento didático está relacionada com o retorno de todo o trabalho, e esta é a etapa final dessa perspectiva pessoal.
- 4) **“Quais resultados esperados?”**: Compreender o que se espera antes de desenvolver o processo pedagógico pode ajudar na construção de uma sequência didática. Essa parte irá revelar o que o autor espera que acontecerá, denotará a confiança plena do autor a ponto de realizar algumas possíveis “previsões teórico-descritivas” por assim dizer. Tais previsões são conseqüências dos objetivos.

Previsões são conseqüências lógicas de uma hipótese, caso ela seja verdadeira, que são formuladas com variáveis operacionais [...] de modo a tornar possível tomar medidas do objeto de interesse no mundo real. (MARCO, 2014)

Desta forma os objetivos têm que estar bem compreendidos, pois são destes que irão revelar todos os possíveis resultados esperados de uma sequência didática, encerrando a posição de uma construção de etapas pessoais sobre o assunto. É certo que outras etapas podem surgir completando estas que foram enunciadas devido ao fato que cada professor cria situações diferentes para necessidade, formalizando o que o próprio Vergnaud comenta sobre a influência que cada conteúdo causa no sujeito, no caso de cada professor.

A partir dessas reflexões relacionadas com os pontos de vistas do autor deste trabalho pode-se colocar, como exemplo, o tratamento didático em sala de aula para formação de conceitos científicos no ensino de Física para alunos do Ensino Médio, tendo em conta a teoria dos campos conceituais, por se tratar de uma teoria atual e relevante para o PEA e pela capacidade de utilizá-la como orientadora do uso didático das questões sociocientíficas (QSCs) com a participação dos professores do núcleo docente e seus alunos.

3.2 Modelo de Seqüência Didática com o Uso de Abordagens de QSCs no Ensino Médio para a Formação do Conceito "Peso dos Corpos" em Física

As Questões Sociocientíficas podem incentivar a reflexão individual e coletiva entre professores e alunos (Reis & Galvão, 2005; Forquin, 1993; Bernardo (2012), Zeidler, Sadler, Simmons e Howes, 2005). As QSCs abrangem controvérsias sobre assuntos sociais que estão relacionados com conhecimentos científicos de atualidade e, portanto, em termos gerais, são abordados nos meios de comunicação em massa (rádio, jornal, TV e internet). A abordagem das QSCs constitui uma forma de trabalhar o enfoque ou perspectiva CTSA na prática do professor (Ramsey 1993, Pedretti 1997, 2003).

Alguns assuntos podem gerar controvérsias na hora de explicar o comportamento científico e social. Os mesmos servem como base das QSCs que nesta pesquisa constituem o ponto inicial para o tratamento e formação de conceitos

científicos em sala de aulas. A clonagem, as células-tronco, a geração de energia, o aquecimento global, a ameaça de impactos de asteróides, a reciclagem e a decomposição de detritos materiais, os alimentos transgênicos, conflitos bélicos e outros mais são exemplos de assuntos gerais que podem servir de base para a criação de uma abordagem fazendo uso de questões socialmente relevantes e que são constituídas de um tema científico. Não há um modelo específico de qual assunto geral utilizar e de como será a construção de tais questões. Pode ser uma questão que a própria mídia já indague ou uma que o próprio professor crie, porém é necessário que o professor parta de um contexto já conhecido pelos estudantes, ou pelo menos, por uma boa parte destes.

Para a construção de um evento que se deseje a compreensão da formação de um conceito científico em uma determinada turma é necessário relacionar esta necessidade pedagógica com algum assunto polêmico, científico e que tenha sido alvo de comentários, em algum momento, da turma envolvida. Isso facilita a introdução do tema. O professor precisa iniciar o tema com apresentações formais do assunto, para isso precisa se aprofundar no tema. A apresentação de vídeos didáticos pode ser uma forma inicial de apresentação.

Antes de começar qualquer discussão ou debate sobre o assunto gerador da discussão didática, é necessário que os estudantes envolvidos estejam afinados com as QSCs gerada do assunto. O professor poderá criar quantos questionamentos achar necessário para ligar o tema geral às situações específicas a serem trabalhadas. Observando a necessidade que a formação conceitual do termo científico escolhido requer, observando suas ligações e derivações em outros conceitos e situações científicas do PEA. O Processo de Ensino e Aprendizagem da Física pode em muito ser beneficiado com essas abordagens QSCs. Os conceitos Físicos do ensino em muito podem ser construídos ou, ao menos, beneficiado, a partir de debates orientados. Compreender o real significado de um termo científico pode auxiliar na construção cognitiva de conceitos maiores que usam este primeiro como ponto de partida para um entendimento mais sistematizado. Portanto, se o conceito original não for bem compreendido, tão pouco será o que depende dele para um completo entendimento. Tal dificuldade é vista como um obstáculo causado por concepções alternativas ou espontâneas criadas durante o PEA, porém não da forma adequada (Barbeta e Yamamoto, 2001). Ainda no pensamento destes autores citados, a essa dificuldade de compreender por completo um determinado conceito

deve ser dada suma importância, uma vez que ao conhecer esta podemos criar métodos para comparar as duas versões com intuito de melhoria do PEA.

A persistência destas noções espontâneas, mesmo após anos de educação formal, indica a possibilidade de se poder criar uma superposição entre os conceitos científicos e aqueles espontâneos [...] A escolha do esquema científico ou do espontâneo se dá aparentemente pelo tipo de problema que se está analisando. Isto é, quando o problema envolve muitos conceitos formais, o esquema formal é utilizado, e quando envolve elementos do dia-a-dia, o esquema espontâneo é escolhido (BARBETA E YAMAMOTO, 2001).

É nesta perspectiva, isto é, na importância de uma boa formação conceitual, preocupando-se com as dificuldades existentes, que este trabalho vem demonstrar um exemplo prático comprometido com a construção de um conceito científico do Ensino da Física: o peso e algumas de suas derivações conceituais científicas como a força gravitacional; a massa; a aceleração da gravidade; a força de gravidade e outros, permitindo o planejamento da seguinte sequência didática para a formação de conceitos, baseado nas etapas descritas anteriormente neste capítulo:

- 1) Escolha do tema:** A formação do conceito “peso dos corpos físicos” sob a regência da perspectiva teórica dos campos conceituais de Vergnaud, correlacionando este conceito com situações variadas em um tempo necessariamente suficiente para o aprendizado de forma que tais situações possam ser compreendidas não só pelo conceito base, mas por outros que estejam entrelaçados na situação, concordando com os três termos principais da conceitualização da teoria escolhida como base desta pesquisa.

- 2) Motivação e objetivos do assunto:** algumas pesquisas demonstram que dificuldades relacionadas com concepções alternativas podem gerar obstáculos no PEA dos conceitos de Física (Barbeta e Yamamoto, 2001) e, em alguns dos livros didáticos deste ensino, não fica claro o conceito "Peso" e muitas das vezes é confundido com o conceito “Força de Gravidade” (NICOT e KALHIL, Revista ARETÉ, ano 2008). Portanto a elaboração estrutural do campo conceitual, relacionado com as abordagens de QSCs oriundas do assunto geral escolhido, “a ameaça dos asteróides”, pode contribuir de forma significativa com a formação do verdadeiro conceito de “peso dos corpos físicos” de maneira que os alunos possam desenvolver

habilidades na resolução de problemas através da relação de situações experimentadas.

3) Estruturação e planejamento dos conteúdos: A apresentação inicial do tema e levantamento de dados através de uma enquete sobre os conhecimentos prévios da turma que envolve o conceito “peso” é o primeiro contato com a turma e em muito auxilia nos demais procedimentos, isto porque esta etapa denota o grau de aceitação do evento didático, uma vez que a pré-disposição ao aprendizado é um fator relevante neste período porque reconhecer o nivelamento conceitual da turma é primordial para a construção didática exigida.

A sequência prossegue com uma etapa que pode ser caracterizada pelo uso de um auxílio didático (filmes e vídeos científicos) com a intenção de incentivar a disposição para o aprendizado e para gerar conflito que servirá de base para o debate, um dos pontos importantes deste evento.

A apresentação do filme “Armageddon” (1998), da Touchstone Pictures e protagonizado pelo ator Bruce Willis, independentemente do drama fictício que o envolve, pode ser usado para os alunos de forma pedagógica, pois tem a possibilidade de criar um ambiente de reflexão nos estudantes sobre a ação do homem diante de uma catástrofe quase que inevitável, e de como esta pode se relacionar com a realidade atual. Outros vídeos, de caráter científico, podem ser usados de forma que os questionamentos apresentados pelos alunos e professores sirvam para gerar conflitos cognitivos e estabelecer objetivos de trabalho bem específicos relacionados com o conceito peso.

Os questionamentos: “Será que podemos passar por situações parecidas as que exterminou parte da vida no planeta há 66 milhões de anos atrás?”; “Poderá a humanidade realizar algo que o impedisse?”; “Seria possível desviar a rota de um asteróide como no filme Armageddon?”; “A massa de um asteróide influencia nos resultados do impacto?”; e “O conceito Força de Gravitação tem alguma importância neste contexto?” pode influenciar diretamente no comportamento dos estudantes, revelando dados importantíssimos para a pesquisa.

É importante que estes questionamentos estejam vinculados com situações, pois, de acordo com Vergnaud (1998), as situações são tão importantes quanto o próprio objeto da aprendizagem e são estas que irão definir a estrutura cognitiva dos

estudantes na formação conceitual. O assunto gerador de QSCs, “a ameaça dos asteróides”, pode oferecer possibilidades didáticas para trabalhar o conceito de Peso em várias situações. Os professores podem relacionar este tema com outros temas relacionados através de questionamentos direcionados para cada conceito.

Como exemplo, se pode citar um fato cotidiano: na compra de algumas estivas em feiras e mercados, revela-se que é comum pedir o “peso” de um produto quando precisamos saber sua “massa”. As próprias embalagens, em muitos dos casos, revelam valores com unidades de massa, referindo-se a uma solicitação de peso. Então fica claro que o conceito se revela incompleto em sua compreensão. Essa é uma situação que pode ser explorada com facilidade para compensar tal obstáculo de entendimento.

Pessoas que costumam controlar sua própria massa corporal, preocupados com o quadro de sua saúde, levam balanças-dinamômetro pessoais em suas viagens por diferentes regiões do globo terrestre e quando fazem a medição encontram valores distorcidos em função da latitude do lugar onde se encontra.

Outra situação cotidiana é o uso de uma balança simples (constituídas de duas bandejas suspensas por cordas que se encontram fixadas em um braço de metal onde este está sendo suspenso em um determinado ponto de apoio (eixo central)) para medir a massa. Em algumas feiras e mercados ainda é comum encontrar tal balança que tem o seu princípio físico baseado no equilíbrio de momento das forças, totalmente diferente de um dinamômetro que é o dispositivo ideal para medir o peso dos corpos físicos.

Um quesito de observação que demonstra um conjunto de invariantes, segundo a Teoria dos Campos Conceituais é: o fato de que a massa dos corpos nunca muda, ou seja, ela é constante, segundo seu próprio conceito filosófico. Massa é a propriedade quantitativa da “matéria”, isto é, ela é uma grandeza Física constante, porém o peso não pode ser identificado como massa, pois este, para o mesmo corpo, pode variar conforme a região geográfica, dependendo da latitude e altitude onde se estabelece a medição. Isso porque o peso está relacionado diretamente com a intensidade da aceleração da gravidade e esta oscila de acordo com o raio e, em parte, devido à rotação da Terra. Tal situação pode auxiliar em uma compreensão mais ampla do conceito enunciado.

É possível explorar outros invariantes como: “corpos em queda livre não possuem peso”, “a direção e o sentido vetorial do peso nem sempre está na vertical

apontando para baixo”, “o peso depende da força da gravidade, mas nem sempre peso e força da gravidade são iguais”, “o peso de um corpo pendurado em um fio se corresponde com a força de tensão do fio quando em repouso, porém em movimento pendular existe um valor específico do peso para cada posição do movimento” entre outras invariantes podem em muito compensar algumas dificuldades de aprendizagem geradas por conceitos alternativos de estudantes.

Esta pesquisa opta por uma prática através de experimentos e demonstrações específicas, onde cada situação que se deseja trabalhar seja aproveitada de forma eficiente na formação do conceito científico pelo estudante. De acordo com Vergnaud (1998), as situações podem em muito contribuir para o PEA, pois elas fazem parte da construção dos campos conceituais e deve-se levá-las em consideração em uma sequência didática.

Esta pesquisa apresenta uma relação de problemas envolvendo situações sistematizadas que podem melhorar a compreensão de um dado conceito, forçando o estudante a adquirir habilidades cognitivas (invariantes operacionais), como: observar, determinar o essencial, identificar, comparar, classificar, argumentar, analisar, abstrair, definir, relacionar, além de calcular, medir, tabelar e construir gráficos, além de outros.

- **Experimento 1:** Sustentar um corpo através de uma corda unida a um dinamômetro preso a um suporte.

Procedimento a se adotar: Determinar a massa do corpo para um valor conhecido da aceleração da gravidade.

Problema: Um corpo de massa 2 Kg está situado sobre uma balança-dinamômetro, na cidade de Quito no Equador, onde a altura sobre o nível do mar é de 2854 m e o valor médio da aceleração da gravidade é de $g=9,780 \text{ m/s}^2$. Determine em quantas vezes o peso do corpo é diferente quando medido no polo sul, localizado a 2835 m do nível do mar, a 3 graus do equador terrestre, e o valor médio de $g= 9,83 \text{ m/s}^2$.

- **Experimento 2:** Uma barra de madeira, de massa conhecida, é puxada, através de uma conexão entre uma de suas extremidades e um dinamômetro, conseguindo deslocá-la através de duas superfícies de iguais características

físicas, porém uma superfície está na horizontal e a outra em um plano inclinado, formando um ângulo θ em relação a horizontal.

Procedimento a se adotar: Anotar, em ambos os casos, a força de tração indicada pelo dinamômetro.

Problema: Utilizando os dados do experimento dois determine o valor do peso do corpo para o plano horizontal e para o plano inclinado, considerando a massa do corpo 200 g e o ângulo 0° e 45° respectivamente. O valor da aceleração da gravidade no local pode ser tomado como $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

- **Experimento 3:** Subir em uma balança digital, situada no piso de um elevador.

Procedimento a se adotar: Anotar os valores obtidos, de vários estudantes, no movimento de subida e descida e em repouso em um andar qualquer. Discutir com o grupo os resultados obtidos (se houve mudança ou não e por que).

Obs: para este experimento, após a escolha dos grupos A, B e C, é informado que o grupo que recebe esse experimento irá ter que se reunir em um dia qualquer para a realização, pois irá precisar de um local com elevador, e de preferência em um prédio bem alto. Essa parte fica a critério do grupo C. O mesmo é orientado a somente coletar os dados. A balança é fornecida pelo pesquisador.

Problema: Um estudante entra em um elevador com uma balança dinamômetro e decide registrar os valores mostrados no momento do elevador em movimento, com velocidade constante.

| | Valores |
|---|---------|
| 1 | 47,3021 |
| 2 | 47,2987 |
| 3 | 47,2802 |

| | Valores |
|---|---------|
| 4 | 47,2795 |
| 5 | 47,2646 |
| 6 | 47,2592 |

- Na realidade, qual grandeza física está sendo medida, o peso ou a massa?
- O elevador estaria subindo ou descendo?

- c) Se no térreo a massa do estudante for 47,30 Kg, qual o valor do seu peso nesse ponto sabendo que o valor médio de $g=9,8 \text{ m/s}^2$?
 - d) Qual o significado físico da mudança no valor mostrado na balança?
- 5) **Resultados esperados:** A delimitação da sequência de atividades, levando-se em consideração a formação de grupos, material didático, cronograma, integração entre cada atividade e etapas e avaliação dos resultados precisam estar dentro de um contexto esperado para que os alunos possam ser capazes de estabelecer as diferenças entre os conceitos Peso, Força de Gravidade e Massa, através da definição de cada um a partir dos diferentes conceito-em-ação utilizados no momento da construção do conhecimento (VERGNAUD, 1988). Assim, poderão refletir acerca da importância do conceito peso para identificar o entendimento errado, ultrapassando obstáculos e dificuldades de aprendizagem, corrigindo a idéia alternativa espontânea de que peso e massa pode ser a mesma coisa.

Desta forma, a sequência didática é um procedimento para sistematização do processo ensino-aprendizagem, sendo de fundamental importância a efetiva participação dos alunos, dos professores e da organização direcionada do conteúdo. Essa participação vai desde o planejamento inicial informando aos alunos o real objetivo da realização da sequência didática no contexto da sala de aula, até o final da sequência para avaliar e informar os resultados. Resultados estes que serão sistematicamente coletados, analisados e apresentados no capítulo seguinte desta pesquisa.

4. A Metodologia da Pesquisa

A convergência dos elementos teóricos analisados e expostos nos capítulos anteriores, a perspectiva do autor, as confirmações dos pesquisadores da área de ensino e aprendizagem envolvidos e a Teoria de Vergnaud tornaram-se o fio condutor para o desenvolvimento da aplicação da pesquisa. Uma vez determinada, tal pesquisa se referenciou a partir do presente problema científico: **Como a interação didática entre alunos, professores, Questões Sociocientíficas e a teoria dos campos conceituais podem contribuir para o processo de formação de conceitos científicos em Física?** Outras questões serviram de delimitadoras e norteadoras do processo pedagógico, tais como: De que maneira se pode realizar o Processo de Ensino e Aprendizagem da Física a partir de sequências didáticas? Como a abordagem das QSCs no Processo de Ensino e Aprendizagem contribui para a formação cidadã e de conceitos científicos nos estudantes de Ensino Médio? De que maneira os processos cognitivos (raciocínio lógico e a resolução de problemas em Física) são estimulados, e a partir daí como eles se desenvolvem dentro da perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais? Tais questões fizeram parte do contexto na construção deste projeto de pesquisa e indicaram os passos de todo o estudo que tem os seguintes objetivos:

- **Objetivo Geral:**

Desenvolver uma sequência didática que envolva abordagem de questões Sociocientíficas (QSCs) no Processo de Ensino e Aprendizagem da Física em Ensino Médio que permita ampliar os campos conceituais segundo a teoria de Vergnaud.

- **Objetivos Específicos:**

- a) Caracterizar o processo de ensino e aprendizagem da Física no Ensino Médio;
- b) Compreender a influência das questões sociocientíficas no âmbito educacional para o Processo de Ensino de Física;
- c) Desenvolver uma sequência didática enfatizando a abordagem das QSCs no Ensino da Física;

Para alcançar tais objetivos esta pesquisa se desdobrou de forma sistemática e ordenada, analisando técnicas tanto de construção de uma aplicação quanto de sua análise e coleta de dados, e todo esse procedimento é o assunto deste capítulo e se desenvolverá ao longo de tópicos específicos.

4.1 Tipo da Pesquisa

Tendo em vista a temática proposta, optamos em desenvolver a pesquisa qualitativa visando à possibilidade de estarmos próximos à realidade e podermos acompanhar como de fato acontece a interação entre o professor de Física, o estudante e os procedimentos pertinentes à aprendizagem desse estudante.

Na pesquisa qualitativa os pesquisadores têm liberdade ao interagir com os participantes e oportunidades de coletar dados de forma múltipla com padrões próprios, focando sempre a aprendizagem que os participantes atribuem ao problema investigado, de maneira que as informações coletadas respondam nossa pesquisa (CRESWELL, 2010).

Para Gil (2000), a pesquisa qualitativa parte do pressuposto de que as pessoas agem de acordo com seus sentimentos, valores, crenças, percepções, e seu comportamento tem um sentido, um significado que não se dá a conhecer de forma imediata, havendo necessidade de um maior acompanhamento.

Assim sendo, tanto o pesquisador quanto o grupo pesquisado, em uma pesquisa qualitativa, interagem de modo participativo, desenvolvendo as ideias propostas no plano de pesquisa. A concepção construtivista social nos permite construir um significado de uma situação baseada na interação com outras pessoas.

Desta forma, em nosso propósito qualitativo, nos lançamos analisar o Processo de Ensino e Aprendizagem de Física como objeto de estudo desta pesquisa, associando a Teoria dos Campos Conceituais a partir de uma abordagem das QSCs, através de uma sequência didática para a formação de conhecimentos significativos e conceitos científicos nos estudantes do Ensino Médio.

4.2 Os Participantes da Pesquisa

Compõe o quadro de participantes 38 (trinta e oito) estudantes do 2º ano do Ensino Médio da escola “Sólon de Lucena” correspondente da Rede Pública de Manaus e 01 (um) professor graduado com licenciatura plena em Física.

Esta turma e ano foram escolhidos de forma aleatória e por se tratar de um ano com muitas dificuldades conceituais a respeito dos conhecimentos de Dinâmica, conhecimentos estes que fizeram parte de sua estrutura curricular no ano anterior.

A escola selecionada está localizada na Av. Constantino Nery no bairro da Chapada. É uma escola tradicional e o seu funcionamento acontece nos turnos matutino, vespertino e noturno com turmas de 1º a 3º ano do Ensino Médio. Todas as atividades desenvolvidas nesta escola visa o pleno desenvolvimento do estudante, potencializando as suas aptidões e habilidades cognitivas.

4.3 Limitação da Pesquisa

De acordo com Vergara (2010) a pesquisa tem limitações em vários aspectos dos quais podemos destacar para este trabalho didático duas principais: temporais e de particularidade, porém uma terceira limitação pode restringir tal pesquisa, isso porque, segundo (Creswell 2003), há a possibilidade de haver viés do pesquisador, isto é, a perspectiva do pesquisador influenciando os dados.

Como aspectos Temporais, os resultados da pesquisa têm validade apenas para o período de análise, isto porque nossa sociedade é dinâmica e espera-se que a escola também o seja. Mesmo ciente de que existe um déficit temporal entre o que se estuda e o que está acontecendo na sociedade, os resultados desta pesquisa pode não ter o mesmo valor para um futuro próximo, devido a fatores como mudanças no sistema educacional, mudanças na cultura, mudanças do próprio PEA da Física entre outros. Embora tal validade exista, ela poderá ser extrapolada de acordo com o olhar técnico de cada pesquisador/leitor diante de um quadro situacional do Ensino da Física similar em que nos encontramos, o qual foi citado na justificativa deste documento.

Como aspecto de Particularidade, os resultados desta pesquisa são restritos à especificidade da análise científico-filosófica a que se destina, ou seja, sua rotina, suas fragilidades, seu desempenho e seu contexto social que apareceram durante a

sua aplicação. A contemporaneidade das questões de cunho social e científico identifica a particularidade dos resultados desta pesquisa. Embora tais QSCs sejam bem específicas do objetivo, que foi o de melhoria do ensino e aprendizagem de uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola de Manaus, uma ampliação também se faz existente, desde que observados os impactos contextuais, através das interpretações dos dados, durante o desenvolvimento em sala de aula e correlacioná-los com o contexto de cada ambiente desejado a ser extrapolado.

Como aspectos de Viés do pesquisador (ponto de vista pessoal), tal limitação, apesar de prevista por teóricos foi, em toda a aplicação da pesquisa, evitada através de análises mais restrita dos dados obtidos, e se houve alguma discrepância onde uma subjetividade foi solicitada do observador da pesquisa, então maior, foi a revisão dos dados dos discursos dos participantes para o prosseguimento da pesquisa com intuito de reduzir ao máximo tal influência que pôde existir.

4.4 Técnica da Pesquisa

Utilizou-se a observação participante como estratégia de investigação, por proporcionar contato direto com o problema científico. Tendo em vista que nossa experiência docente ainda deixa algumas dúvidas - quando a questão é proporcionar educação de qualidade -, optou-se por começar esta pesquisa fazendo um estudo diagnóstico a partir de vários questionamentos específicos desta metodologia mencionados na introdução deste capítulo.

Diante de tais inquietações, e observando as orientações de Creswell (2009) durante o processo investigativo, buscou-se apoio nos seguintes métodos qualitativos: observação, registro textual e visual, enquetes e aplicação de pré e pós-teste (questionários semiabertos) aos estudantes e enquetes e entrevista com o professor da turma.

A observação foi um determinante para a análise em campo. Os fatos observados no ambiente da sala de aula, na escola escolhida teve um potencial decisivo na interpretação qualitativa desta pesquisa. Nesse sentido foi possível acompanhar o nível de conhecimento em relação aos conteúdos programáticos associados ao raciocínio lógico, à resolução de problemas, à didática utilizada pelo professor (de que maneira essa didática facilita ou não a formação de conceitos científicos nesses estudantes) e reconhecer os indícios das aprendizagens para a

relação com a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. Assim, o contexto da situação observada foi o objeto de análise e tal observação foi realizada com intenção bem definida, isto é, sistematicamente analisando cada argumento, expressão, questionamento ou afirmação dos estudantes, bem como o restante de seus comportamentos durante todo o processo em sala de aula.

O diário de registro textual (Apêndice G) e visual, com auxílio de recursos de digitais (câmera fotográfica), permitiu registrar as práticas pedagógicas desenvolvidas pelo professor colaborador e pesquisador, isto é, registrando os acontecimentos e comportamentos ocorridos durante as aulas, debates e avaliações.

As enquetes (Apêndices A e E) foram aplicadas, tanto para estudantes quanto professor, para compreender como ocorre a interação entre o professor, estudantes e os elementos da sequência didática, ao mesmo tempo para conhecer a relação entre o que o professor ensina, o que o aluno aprende e o que o aluno aplica na resolução de problemas.

O pré-teste (questionário semiaberto-apêndice B) serviu para avaliar como se manifestou os conhecimentos prévios dos estudantes e aprendizagem dos conteúdos associados ao raciocínio lógico e a resolução de problemas de Física. Uma vez implementada a didática diferenciada, por parte do professor colaborador, fez-se a aplicação de um pós-teste (questionário semiaberto-apêndice C) como forma de mensurar o resultado na formação do conceito científico "Peso". Os testes foram realizados no início e no final da pesquisa, respectivamente.

As entrevistas ao professor colaborador (apêndice D) realizadas com a utilização do gravador de voz foram mais uma técnica que facilitou a coleta dos dados durante a pesquisa e serviu para analisar os dados profissionais, a perspectiva qualitativa do PEA da Física e da metodologia que utiliza este docente, o ponto de vista deste profissional da educação a respeito desta pesquisa antes de sua utilização, de como esta foi representativa para a turma após a aplicação e os pontos fracos desta ao realizar os trabalhos em sala de aula.

Para comprovar o fortalecimento dos Campos Conceituais, fazendo uso das QSCs em uma SD, esta pesquisa foi em busca, através da observação sistemática dos comentários dentro de sala de aula e análise das provas pedagógicas, dos indicadores da aprendizagem dos conceitos científicos envolvidos. Tais indicadores nada mais são que os elementos formadores da conceitualização, pedra

fundamental da Teoria de Vergnaud: O conjunto das situações (S), os invariantes (I) e as representações simbólicas. As planilhas e tabulações dos dados fizeram parte de todo o processo de desenvolvimento técnico da pesquisa para auxiliar na identificação dos indicadores, bem como as técnicas de análises necessárias de diálogos iniciais existentes, confirmando a ausência destes na turma. A existência de tais indicadores, ou pelo menos fragmentos deles, serviram como ferramenta de análise para a confirmação da melhoria significativa dos conhecimentos científicos construídos em sala de aula e, conseqüentemente, ampliação dos Campos Conceituais dos estudantes através de uma abordagem das Questões Sociocientíficas em uma Sequência Didática.

4.5 Procedimento Metodológico da Abordagem

O estudo contemporâneo que envolve a análise dos paradigmas educativos, responsáveis por diversas teorias importantes que influenciam o pensamento teórico atual, destacando a Teoria dos Campos Conceituais, foi a base deste procedimento metodológico que partiu de uma análise dedutiva, iniciando da observação geral da teoria de Vergnaud, associada ao uso de abordagens de QSCs, utilizando-se de uma Sequência Didática apresentada e chegando a observar as particularidades da Teoria dos Campos Conceituais nos estudantes durante o tempo em que pesquisador e colaborador trabalharam em sala de aula.

O procedimento metodológico utilizado partiu de um planejamento da sequência didática a partir de um tema gerador das QSCs com o propósito de formação de conceitos científicos em sala de aula. O conceito físico escolhido para aplicar tal sequência foi o “Peso” e como o foco foi usar as QSCs e problematizações como situações para o entendimento deste conceito, foi necessária a interação de mais termos físicos como força, massa e gravidade.

Para a formação de conceitos através de abordagens das Questões Sociocientíficas, a pesquisa tomou como referência o assunto “a ameaça dos asteróides”, por se tratar de um assunto científico e polêmico e pela possibilidade de trabalhar didaticamente os conceitos físicos mencionados no ultimo parágrafo. O assunto científico em questão é motivo de atenção tanto pela mídia quanto pelos cientistas pesquisadores da área.

A aplicação metodológica é composta de 08 (oito) momentos, dos quais 07 (sete) serão com a turma e 01 (um) com o professor. O período de cada momento pode variar de 01 (uma) a 01 (uma) hora e 30 (trinta) minutos com um total de 11 (onze) horas de duração. Foi realizado um contato informal com o professor para saber se o mesmo poderia ser um colaborador desta pesquisa, e neste contato algumas informações quanto à turma e a escola foram solicitadas.

Foi apresentada ao professor colaborador, após um encontro formal, a intenção deste trabalho pedagógico em conjunto com sua pessoa com o interesse de formação de conceitos científicos dos estudantes. Foi solicitada, ao professor, a permissão para observar uma de suas aulas e o comportamento dos seus estudantes durante este evento. Em seguida, logo ao término das aulas e após um cuidadoso relato sobre as intenções da pesquisa, foi solicitado ao professor colaborador que respondesse a uma entrevista semiestruturada (Apêndice D) e em seguida a uma enquete (Apêndice E) para que servisse de base para coleta de dados e posterior análise deste profissional. Todos os passos da Sequência Didática, os materiais envolvidos, o tema das abordagens das Questões Sócio-científicas associado ao conteúdo da Física proposto e os experimentos problematizados foram apresentados ao colaborador e se iniciou um momento de explicação, reflexão e planejamento para que o contato com turma fosse executado. O trabalho foi apresentado para a classe de forma superficial para que não houvesse influências, por parte dos estudantes, na coleta dos dados do pré-teste (Apêndice A) e do questionário inicial (Apêndice B).

Para iniciar o assunto com a turma, no primeiro encontro foi apresentado o filme fictício "Armageddon" de 1998, protagonizado pelo ator americano Bruce Willis da companhia de filmes Touchstones Pictures. O filme narra um acontecimento catastrófico nos dias atuais e, apesar de fictício, serviu como âncora para iniciar debates sobre o assunto. O questionamento de um evento semelhante acontecer na vida real foi apresentado pelo professor colaborador aos alunos através de questões sistemáticas apresentadas de forma mais específicas na sequência didática apresentada no capítulo anterior. Tais indagações pedagógicas geraram discussões significativas para a pesquisa (discussões que serão melhores comentadas ainda neste capítulo) criando o entusiasmo pelo estudo mais científico e o que foi apresentado como ficção tornou-se alvo de estudo ganhando atenção da turma.

No segundo encontro com a turma foi apresentado o vídeo científico onde se apresenta uma reportagem do planejamento de uma missão espacial da NASA e ESA, agências espaciais americanas e européias, que tem como objetivo, entre outros mais, defender a terra de ameaças semelhantes às discutidas no encontro anterior. O fato de apresentar um vídeo real, de uma intenção real de proteção contra possíveis ameaças de asteróides, causou um momento de reflexão na turma antes de começarem novos debates. Novas perguntas sobre o sucesso ou não dessa missão foi lançada para a turma pelo professor. Os conceitos surgiram conforme a necessidade de se aprofundar no assunto. Cada vez que se comentava algo que envolvesse o peso dos asteróides, a força de impacto, o papel da massa desses blocos e do papel da gravidade da Terra e Força Gravitacional era motivo para discussões mais específicas do Ensino e Aprendizagem da Física.

As várias situações descritas no filme e no vídeo serviram como fortalecimento para reconhecer os conceitos que durante os debates foram, de forma proposital, apresentados aos estudantes. O interesse em construir os significados envolvidos ia surgindo conforme as discussões, então não houve apresentações formais de conceitos, mas sim debates sobre eles ao longo das discussões dos dois encontros.

O terceiro encontro foi definido pela apresentação de experimentos problematizados com o tema trabalhado. Tais experimentos, descritos no capítulo anterior, foi aplicado nesta turma com o interesse de potencializar os invariantes operatórios da aprendizagem cognitiva como observar, identificar, comparar, definir, argumentar e combinar os conceitos em construção. A turma foi dividida em três grupos: A, B e C (dois de treze e um de doze estudantes), cada um com um experimento diferente do outro e problema bem específico, porém todos envolvendo o interesse da formação do conceito de Peso e demais termos da Física envolvidos, através de aprimoramento das habilidades cognitivas, potencializando-se os seus campos conceituais.

O quarto encontro com a turma foi marcado pela aplicação de um pós-teste (Apêndice C) para servir de análise da aprendizagem realizada. O teste foi realizado individualmente e era composto de 10 exercícios, todos específicos da Física, envolvendo os termos trabalhados em sala de aula. Ainda neste encontro, logo após a avaliação, foi deliberado um tempo de comunicação informal com a turma e professor colaborador sobre o que acharam das atividades desenvolvidas e se tais

metodologias poderiam novamente ser aplicadas com outros temas da Física ou com outras matérias.

Esta etapa se encerrou com uma enquete sobre o ponto de vista do professor colaborador a respeito da metodologia aplicada (Apêndice E). O ponto de vista deste docente do trabalho pedagógico executado com seus estudantes em muito auxiliou nesta pesquisa. Tais reflexões sobre o procedimento metodológico executado, bem como as análises das demais técnicas utilizadas é discutido com mais detalhes ao longo deste capítulo.

4.6 Os Momentos da Sequência Didática da pesquisa.

1) Primeiro momento

- Apresentação formal da pesquisa para o professor colaborador (30 minutos);
- Elaboração do diário de registro a ser usado durante a coleta de dados, identificando cada estudante e o professor da pesquisa (30 minutos).

2) Segundo momento

- Observação do Processo de Ensino e Aprendizagem da escola, utilizando-se de recursos audiovisual (30 minutos);
- Realização de entrevista e enquete ao professor colaborador (30 minutos).

3) Terceiro momento

- Apresentação dos trabalhos para a turma (15 minutos);
- Enquetes com os estudantes (30 minutos);
- Questionário (pré-teste) semiaberto com estudantes (45 minutos);

4) Quarto momento

- Apresentação da primeira parte do filme (50 minutos);
- Debates: questionamentos sobre o que aconteceria caso o meteoro atingisse a Terra. Comentários sobre o asteróide do deserto do Arizona (10 minutos);
- Apresentação de conceitos: Peso, Força, Massa e Gravidade (30 minutos).

5) Quinto momento

- Apresentação da segunda parte do filme (50 minutos);
- Debates: questionamentos sobre possibilidades de eventos ocorrerem nos dias atuais, e se ação do homem influi, contribuindo ou evitando e sobre o meteoro YU 55 (10 minutos);
- Revisão de algumas leis da Física envolvidas: Leis de Newton, Gravitação universal, Força da Gravidade, entre outras (30 minutos).

6) Sexto momento

- Apresentação da terceira e última parte do filme (30 minutos);
- Apresentação do vídeo científico AIDA (5 minutos);
- Debates: questionamentos sobre quais seriam as melhores alternativas de se evitar uma colisão com objetos de massas tão relevantes (25 minutos);
- Aplicações das leis físicas revisadas (30 minutos).

7) Sétimo momento

- Realização dos experimentos problematizados (1 hora);
- Apresentação destes pelos grupos (30 minutos).

8) Oitavo momento

- Realização do pós-teste (1 hora);
- “Feedback” com a turma (10 minutos);
- Entrevista final com o professor (20 minutos).

4.7 A Análise dos Dados e Resultados da Pesquisa

Neste tópico se apresentam os resultados e reflexões sobre os dados coletados durante a pesquisa, o que servirá de subsídios para relacionarmos as opiniões dos participantes na pesquisa com o referencial teórico.

Os dados foram analisados com base nas realizações de questionários, enquetes, entrevistas, observações, registro audiovisual, pré-testes e pós-testes. A partir dos dados coletados organizou-se o registro de campo das práticas pedagógicas do professor colaborador, da participação e o interesse dos alunos, da

compreensão da metodologia proposta através da sequência didática, o que permitiu a análise avaliativa dos resultados.

A observação foi realizada num período de 11 horas, durante o mês de fevereiro de 2017, segundo o calendário acadêmico da escola e o estudo do conteúdo relacionado com a Física da Dinâmica, em uma turma do 2ºano do Ensino Médio. Estes dados foram coletados por meio de situações durante as aulas, onde foram observados, analisados, comparados de acordo com o objeto da pesquisa.

As análises preliminares, enquetes e questionário aos estudantes, enquete e entrevistas ao professor serviram como parâmetros para definir alguns possíveis obstáculos da metodologia a ser aplicada. A análise contribuiu para compreender algumas dificuldades da turma quanto ao significado de alguns conceitos trabalhados, dos conhecimentos prévios e da predisposição que esta teria para o procedimento metodológico.

A pesquisa foi apresentada ao professor da turma-pesquisa durante o horário livre em seu ambiente de trabalho e, após breve comentário, foram explanados os objetivos e a metodologia da pesquisa. O interesse por tal trabalho didático já havia sido alvo de conversas não formais entre pesquisador e colaborador, porém neste momento foram apresentados todos os momentos da pesquisa e da importância do papel do colaborador e que seria ele quem aplicaria a metodologia proposta. O professor apresentou algumas dúvidas sobre o trabalho, principalmente pelo fato do assunto da Física ser tema do ano anterior.

O tempo de duração também foi um fator relevante para a aplicação. O professor informou que precisaríamos reduzir o tempo de duração de cada evento, principalmente a apresentação do filme. Tal fato realmente foi necessário, e, apesar de reduzir as cenas do filme com o auxílio de um programa, ainda foi preciso passar algumas cenas mais rápidas para que sobrasse tempo hábil para as discussões (tal evento será detalhado em tópicos posteriores deste capítulo). As dúvidas serviram para aperfeiçoar o tempo da metodologia e reconhecer que a turma pode ter conhecimentos prévios, uma vez que tal assunto, em tese, já deveria ser de conhecimento.

Apesar de se tratar de uma classe do 2º ano, essa pesquisa também se preocupa com as concepções alternativas e não vê obstáculos de realizar tal evento em uma turma já “experiente” no assunto. Após este período de explicação, retirada de dúvidas e apresentação da Sequencia Didática, foi solicitado ao professor que

autorizasse a permanência do pesquisador em sala de aula durante uma de suas aulas, bem como os nomes de seus estudantes para que o pesquisador pudesse construir um diário de registro de campo para, em conjunto com outros instrumentos, realizar a coleta de análise em campo.

4.7.1 A Observação do Processo de Ensino e Aprendizagem da Turma Pesquisada

A observação do processo metodológico foi realizada em um tempo de 30 minutos e puderam ser analisados alguns aspectos do professor colaborador e estudantes. O pesquisador optou por omitir ao professor da turma que o mesmo era alvo de observação para evitar qualquer influência em sua didática. Os nomes dos estudantes, aqui nesta pesquisa, foram substituídos pela letra “E” seguido de um número e o professor colaborador recebeu as letras PC como identificação. Tais mudanças foram realizadas com intuito de proteger as identidades dos participantes, fazendo com que estas permaneçam no absoluto sigilo.

A aula observada foi sobre a introdução ao conceito de temperatura e calor e a apresentação dos tipos de escalas termométricas. Exercícios simples de fixação foram aplicados durante o desfecho de cada assunto abordado.

O professor colaborador (PC) possui uma didática baseado na aplicação de conteúdo, apresentando conceitos, leis e equações da Física a partir de dois livros referenciais: “Física para o Ensino Médio” de Kazuhito Fuke e “Os Fundamentos da Física” do Ramalho. Realizou a apresentação formal do assunto abordado conforme a sequência dos livros, bem como, aplicou seus exemplos e exercícios. Não apresentou, durante a observação, alguma aplicação própria de sua didática ou alguma diversidade. Utilizou como materiais apenas a lousa branca e pincel. Apesar de, neste dia, não extrapolar sua aula para outras ferramentas didáticas e exercer alguma atividade diferenciada do contido no livro, o professor possui uma postura de ensino bem confiante e executa a progressão das idéias com sequência definida e de compreensão relativamente aceitável e solicita ordem e tentativas de disciplina durante toda a sua aula, porém a turma quase sempre não corresponde. Apesar de apresentar domínio dos assuntos aplicados, tem uma personalidade tímida e pouco enérgica. Sua voz tem um timbre baixo e cansativo, talvez seja esse o fator que leve a turma ao descaso em alguns momentos de sua aula.

A turma, durante esta primeira observação, apresentou um comportamento totalmente diferente do que este pesquisador esperava. Apesar de se ter conhecimento de que no Ensino Médio da Rede Pública o desejo pelo aprendizado não é algo notório em sala de aula, não se esperava que, nesta turma, fosse acentuado. A turma se comportou sem entusiasmo durante todo este primeiro momento, poucos eram os que se esforçavam para tentar ouvir as informações do professor orientador. Os risos, conversas em tom baixo e ações de interação com celular eram notórios em todo momento. E suas expressões em nada se deixava perceber qualquer receptividade pelos assuntos ministrados pelo professor colaborador, exceto por poucos estudantes que solicitavam alguma explicação extra para um melhor entendimento, dos quais alguns comentários estão transcritos no quadro 3.

Quadro 3 – Trecho de comentários da observação do PEA da turma pesquisada.

| ESTUDANTE | TRANSCRIÇÃO |
|-----------|--|
| E18 | “Professor... (pausa), temperatura... temperatura é a mesma coisa, né? que calor, né?... não entendi.” |
| E09 | “pode repetir professor... do termômetro... a explicação.” |
| E16 | “tem exemplo? (risos)...”. |
| E01 | “mas dá pra sentir,... que é quente! né? (risos).” |

Fonte: Autor.

Apesar de poucas atividades por parte dos estudantes esta pesquisa se motivou por poder fazer a diferença, ou ao menos tentar fazer. Isso porque a aplicação diferenciada poderia trazer uma nova perspectiva para esta turma. Tal pensamento encorajou a evolução desta pesquisa e também ajudou a compreender melhor o campo da pesquisa.

4.7.2 A Entrevista e Enquete com o Professor Colaborador

A entrevista com o professor foi realizada logo após esse momento de observação do Processo de Ensino e Aprendizagem (Apêndice D). A sala dos professores foi o local escolhido e, embora o tempo do professor estivesse bastante reduzido para essa prática, os resultados mostraram-se promissores para a análise desta pesquisa.

O PC já leciona Física há 09 (nove) anos, dos quais 7 (sete) como licenciado e os 02 (dois) restantes como aulas de reforço. Formou-se na Universidade Federal do Amazonas e atualmente trabalha na Escola Pesquisada nos turnos vespertino e matutino. Não possui cursos de especialização, porém está trabalhando na construção de um artigo científico.

Para o professor existem várias dificuldades que contribuem para o progresso do Ensino da Física em sala de aula: o material didático, as estruturas físicas do prédio, as limitações impostas pelo sistema, porém existe uma que fez questão de enfatizar e, em sua perspectiva, é a pior de todas: a indisposição dos estudantes para o aprendizado da Física. Como o próprio professor expressa em sua entrevista:

PC: “falta de interesse... é.... nos... dos estudantes, né!... para com a matéria.”.

Apesar de não ter sido observado em sua aula, o professor garantia que realiza aulas com outros recursos didáticos, tais recursos, informa, que em parte são da própria escola e em parte seus, particular. Também procura, através da mídia, outros meios para deixar as aulas mais atraentes, de forma que a turma possa interagir, porém nem sempre alcança o desejado.

PC: “atualmente... eu uso... eu uso vídeo... procuro fazer a aula dinâmica”.

Quanto ao Processo de Ensino e Aprendizagem da Física que o envolve, o colaborador tem uma perspectiva de frustração, pois em alguns momentos de sua atividade profissional não consegue ver o fruto de seu trabalho. Segundo o professor colaborador, tem se dedicado externamente para melhorar o PEA da Física em sua turma, envolve seus estudantes com olimpíadas de Física internas e externas, mas até o presente momento não conseguiu surtir grandes efeitos, mas admite que sempre encontra um ou dois estudantes que, em determinados momentos de frustração, incentivam sua missão educacional e o faz pensar de forma diferente. Enfatiza que são poucos, pois a grande maioria não gosta da matéria ou não gosta de estudar.

PC: “eles tem a Física c’uma... c’uma matéria difícil... éh... que não serve pra muita coisa (meneio de cabeça)... tiveram professores... que cobraram de forma diferente!”.

O colaborador admite que sua turma não tem uma boa formação conceitual, e informa que não foi o professor deles no ano anterior. Em sua opinião, a má formação conceitual está, entre outros fatores, diretamente relacionada com o avanço da tecnologia. Para ele a juventude contemporânea está em um ritmo acelerado, onde estão se acostumando a interagir de forma prática e rápida, devido ao grande acúmulo de conhecimento. Logo, rejeitam rapidamente metodologias que não lhe agradem ao primeiro momento. São muito seletivos e exigentes, mas pouco, ou até mesmo nada, oferecem em troca. Sua frustração em tentativas de melhorar o quadro de seus alunos fica evidente em um trecho de sua entrevista:

PC: “às vezes... você... tem que ter certa habilidade... habilidade para... para contornar isso” (expressão de revolta no rosto).

Embora o professor utilize em algum momento um planejamento didático, o mesmo não compreende o completo significado do conceito, pois para ele significa apenas um direcionamento para os seus passos, isto é para realizar um trabalho, deixando de lado a compreensão de que este planejamento pode incentivar outras metodologias e até mesmo o uso de uma Sequência Didática (SD) como a utilizada na pesquisa e aplicada posteriormente em sua turma. A SD, para ele, é definida como o plano escolar anual que lhe é proposto, pois lhe prende em uma sequência conteúdista definida pelos livros do governo. Afirmou que, apesar de seguir este plano anual, possui liberdade para outras práticas que perceba ser significativa. Comenta que uma delas julga ser a importância de formar cidadãos, pois em sua escola os pedagogos abordam bastante essas idéias. Atribui também à Sequência Didática a importância dos conteúdos Físicos, isto é, a seleção de conteúdos com um propósito bem definido.

PC: “... selecionar alguns... eh... alguns conteúdos.... então pra mim isso também é uma sequência didática.”.

O professor tem ciência da situação conceitual de sua turma e admite que novas didáticas possam auxiliar no processo. Acredita que é necessário diversificar para encontrar uma metodologia que melhor se ajuste a turma, pois acredita na diversidade de adquirir um determinado conhecimento.

PC: “todos nós... eh... pensamos diferente... então... aprendemos diferente!”.

Quanto ao enfoque CTA, o professor não deixou bem claro a sua perspectiva a respeito da importância deste para o PEA da Física (uma vez que foi daí que surgiram as abordagens das QSCs). Apenas relacionou com o avanço da Tecnologia e apontou que era importante para o PEA. Neste ponto fica bem claro que talvez o professor não tenha o total conhecimento de tal enfoque. Mesmo assim, quanto à abordagem das QSCs, deixou claro o seu entusiasmo pelo assunto, pois, em sua perspectiva, auxilia na interação da turma, tirando um pouco o foco do professor como centro da construção do conhecimento. Afirmou ainda que o PEA da Física pode ser aprendido com os estudantes.

Durante a entrevista, foi realizado um breve comentário da teoria de Vergnaud e de como esta tem a conceitualização como base estrutural de sua teoria e de como ela pode ser importante para uma Sequência Didática que se preocupa com a formação conceitual científica do PEA. O professor afirmou que a conceitualização, atualmente, tem ganhado espaço nas salas de aula e justifica tal afirmação devido às provas do ENEM, pois estas têm forçado os professores a darem mais importância para esta parte da Física.

PC: “Hoje nós temos... eh... propositalmente... as questões do ENEM que... trazem conteúdos em que o estudante... eh... ali mesmo, tem uma abordagem científica e... eh... o cálculo é... algo bem simples!”.

A entrevista com o professor colaborador em muito contribuiu para a metodologia desta pesquisa, isso porque compreender os desafios da turma, através da perspectiva do docente, fez com que a pesquisa reforçasse suas aplicações com intuito de incentivar o interesse dos estudantes para o aprendizado. Quanto ao professor, seu interesse por mecanismos didáticos que auxiliem o ensino da Física é perceptível, porém tem suas limitações quanto ao posicionamento de insatisfação da

turma e da ineficiência de algumas práticas que julgou ter exercido em outros momentos. Sua personalidade pacífica também pode estar contribuindo para o comportamento indisciplinado da turma ou esta só vem somar.

A enquete (Apêndice E) também confirmou algumas tendências do professor colaborador quanto os elementos constituintes da Sequência Didática. Embora o professor já tenha confirmado que o aprendizado é diversificado em sua turma, este admite que o mesmo não se dê de maneira simples e compreende a necessidade de buscar novos meios para melhorar o PEA. Esta etapa também veio demonstrar que a pesquisa iria lidar com uma turma não acostumada com a interação em grupos, isto é, um obstáculo a mais a ser levado em conta no processo da metodologia. Também não há o incentivo de comentários sobre atualidades científicas que surgem na mídia o que se tornou um diferencial na prática desta pesquisa. Isso por que tal prática poderia auxiliar o interesse da turma, pois incorporava um assunto da atualidade e foi isso que aconteceu e será discutido em tópicos posteriores.

Embora o professor não execute algumas ações que se assimilem aos elementos da pesquisa, este se revelou propício a utilizar as abordagens QSCs para a formação de conceitos científicos da turma e confirmou o uso de experimentos em sala de aula para o aprendizado, fatores relevantes para o processo da pesquisa visto que a motivação pelo uso dessa abordagem gerou um potencial na metodologia, pois o colaborador executou todas as tarefas propostas com bastante seriedade e os estudantes mostraram entusiasmo na prática das atividades experimentais.

A enquete se encerrou com uma apresentação da Teoria de Vergnaud e de como esta iria ser importante durante todo o processo metodológico. O professor aceitou a importância da teoria e confirmou a relevância da conceitualização para a Física, demonstrando mais ainda o interesse pela pesquisa.

Apesar dos obstáculos analisados na entrevista e na enquete, esta metodologia prosseguiu com o planejamento didático, deixando para o professor um ar de auxílio nesta luta pelo PEA da Física, lembrando como seria a pesquisa e de como esta poderia incentivar tanto os estudantes quanto o professor na busca por novos horizontes do ensino de sua matéria.

4.7.3 A Enquete com os Estudantes

As enquetes aplicadas aos estudantes confirmaram algumas previsões do pesquisador, porém abriu o horizonte com respeito a alguns fatores que surpreendeu tal pesquisa. A turma participante apresentou uma opinião de aceitação da disciplina de Física de 59,4%. Tal percentual parece, em primeiro momento, pequeno, mas, em se tratando de uma disciplina das exatas que mais sofre aversão por conta dos estudantes, tal valor é significativo, e, para a perspectiva do pesquisador, esta porcentagem indica que as contribuições negativas por conta da aversão à disciplina não será tão atenuante quanto se imaginava.

Pelo fato da abordagem apresentada nesta pesquisa ser de natureza de debates e discussões didáticas e de se obter uma resposta positiva da turma quanto à aceitação de debates (74,2%) esperava-se que estes poderiam se familiarizar mais com tais práticas nas respostas das enquetes, porém o que se revelou foi uma tendência de 44,9% (entre seis opções) da turma para a realização de experimentos em sala de aula. A enquete também revelou que tal fato pode ter ocorrido devido uma vontade de praticar uma ação que não foi vista pela maioria até então.

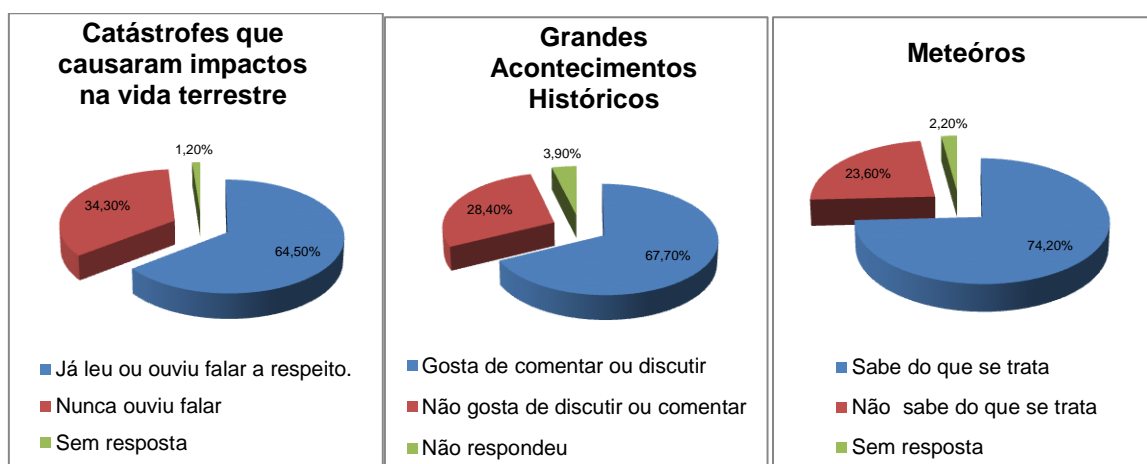
A interdisciplinaridade pôde, na perspectiva do pesquisador, ser realizada com uma espera de retorno agradável, isto por que a turma, em sua maioria, revela que tem uma aceitação agradável em relação a diferentes disciplinas serem trabalhadas em uma mesma metodologia. Porém, mesmo com esta participação ativa da turma, a metodologia precisou ser revista no que se refere à resolução de alguns problemas da Física que surgiriam ao longo de sua aplicação. Os estudantes possuem certa aversão à parte algébrica da Física, logo foi necessário rever este tópico para que a pesquisa pudesse surtir o melhor efeito possível. Uma melhoria no processo de compreensão das leis e equações previstas foi exigida e os tempos destinados, em cada momento, para esta etapa foram acrescidos de 15 minutos.

A enquete também demonstrou que os estudantes compreendem que a resolução de problemas sociais pode ter sua solução auxiliada com o estudo da Física, mesmo que a maioria nunca tenha presenciado ou vivido, ou até mesmo assistido, algum exemplo prático. Os estudantes esperam algo mesmo sem ter uma experiência do assunto, talvez por conta de um sentimento por melhores perspectivas educativas.

Uma das questões principais desta enquete revelou que 61,3% da turma participante não faz idéia do que seja um conceito científico, tal revelação levou a metodologia a adicionar uma explicação do termo para que se pudesse utilizar este termo nos debates.

No que se refere aos elementos que envolveram o tema das QSCs, “A Ameaça dos Asteróides”, houve uma boa aceitação como resposta apresentada na enquete, conforme mostra a figura1.

Figura 1 – Gráfico dos elementos que envolvem o tema QSCs.



Fonte: Autor.

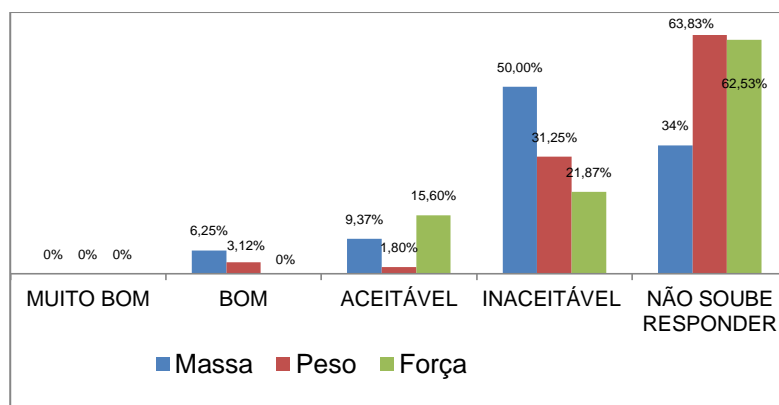
Essa etapa da metodologia (enquete avaliativa) contribuiu para o prosseguimento normal do processo, isso por que, se tal pesquisa revelasse fatores contrários ao tema QSCs abordado, esta pesquisa optaria por uma mudança temática. A boa porcentagem de aceitação da turma quanto aos elementos das abordagens revelou que a metodologia teria uma boa aceitação na turma pesquisada, mantendo o planejamento original de se trabalhar com a ameaça dos asteróides como tema das abordagens de QSCs, porém uma avaliação mais propícia ainda seria necessária, uma que abordasse os conhecimentos prévios da turma escolhida.

4.7.4 O Questionário (Pré-Teste) com a Turma Pesquisada

O questionário aplicado à turma logo após a enquete apresentou características negativas além do esperado por essa pesquisa. Esperava-se um

melhor desempenho nos conhecimentos prévios da turma, uma vez que esta já abordou os conceitos envolvidos no pré-teste no ano letivo anterior. As três primeiras questões tratavam de evidenciar os modelos mentais das grandezas físicas: Força, Peso e Massa. A grande maioria da turma se mostrou incapaz de apresentar uma formação conceitual sobre estas grandezas. A figura 2 demonstra um gráfico que representa bem essa realidade que a turma demonstrou.

Figura 2 – Gráfico da formação conceitual da turma quanto às grandezas Peso, Massa e Força.



Fonte: Autor.

Embora o gráfico da figura 2 seja quantitativo, os dados foram analisados de forma qualitativa, onde se observaram expressões, relações e até inferências com termos Físicos científicos e até alternativos. Para respostas bem estruturadas cientificamente e com apresentação de algum símbolo teórico representativo, deu-se o máximo critério (muito bom). Para outras que não se utilizavam símbolos representativos e que havia conceitos científicos, atribuiu-se o critério de nível bom. Para respostas com concepções alternativas e alguns indícios de concepções científicas, nível aceitável, e inaceitável para aquelas que não tinham nenhum referencial, tanto científico quanto alternativo e até mesmo simbólico.

Apesar da formação conceitual da turma com os termos envolvidos fosse uma realidade nada agradável, esta pesquisa se motivou através da análise qualitativa de alguns trechos das respostas e, através da metodologia aplicada, pôde reverter tal quadro estudantil. O quadro 4 demonstra alguns trechos dos questionários evidenciando: os conhecimentos prévios; concepções científicas; concepções alternativas; o desejo pela realização da pesquisa e, conseqüentemente, a

aprendizagem da Física. Os itens “a”, “b” e “c” representam as repostas para os conceitos de Massa, Peso e Força, respectivamente.

Quadro 4 – Trecho das escritas do pré-teste.

| | |
|-----|---|
| E18 | ...massa é tudo aquilo que tem forma (caneta, mesa)... |
| E16 | a)...tudo que ocupa espaço tem uma massa. c) um tipo de força é a gravidade que nos faz ser atraídos para a Terra. |
| E9 | a) uma quantidade de matéria. c) algo que empurra ou puxa um corpo |
| E1 | a)... acredito que seja células que se unem. |
| E7 | b) seria o nosso kg? |
| E8 | a) é a quantidade de musculo que possui tal pessoa. b) quantidade de gordura que possui. |
| E14 | b) é a quantidade de quilos que um objeto ou pessoa possui. |
| E27 | Não sei nada de Física. Espero que esse ano eu aprenda... (QUERO MUITO APRENDER FÍSICA) |

Fonte: Autor.

A formação conceitual dos estudantes E18, E16 e E9 dos termos envolvidos parecem representar bem o significado, embora não se utilizem de símbolos representativos, portanto denotam um conhecimento já existente dos termos que envolvem o aprendizado do ano letivo anterior. Relacionar a massa com a forma (E18), com o espaço ocupado (E16) e quantidade de matéria (E9), confirmam a estrutura de conhecimento prévio. A atração que a Terra realiza através da gravidade ganhou representatividade na resposta de E16 quanto à compreensão da Força, enquanto que E9 fez referencia ao movimento que a força pode exercer a um objeto.

As concepções alternativas ganharam espaço neste questionário. Os estudantes estão repletos destes e não utilizam somente um em particular. A Massa foi relacionada com as células (E1) e com os músculos (E8) do corpo humano. O Peso foi interpretado como a gordura (E8) e, várias vezes, confundido com a unidade da Massa, o quilograma (E14 e E7).

Embora as repostas E27 fossem apenas através de expressões de não saber sobre o assunto, este deixou evidente o desejo pela realização da metodologia. O seu trecho descrito no quadro 4, deixa claro o quanto o estudante anseia por uma

aprendizagem significativa e a resposta dele que incentivou mais ainda esta pesquisa a seguir adiante.

As questões 4, 5, 6 e 7 representam, para esta análise de dados, a compreensão que a turma tem com a Força da Gravidade e sua interação com os corpos próximos de sua superfície.

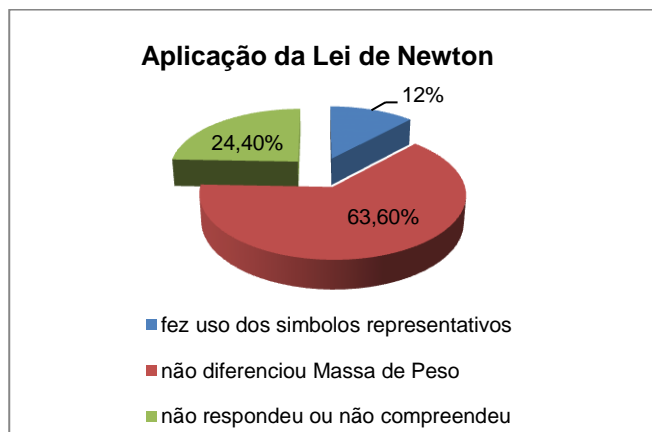
A maior parte da turma (aproximadamente 66%) reconhece a Força da Gravidade como responsável pelo movimento que os objetos realizam, quando abandonados de uma altura qualquer, em direção ao centro da Terra (movimento de queda), porém poucos compreendem como esta interação se dá com os objetos, isto é, como ela se relaciona com a massa de um objeto, e vão mais além, confundem a Massa com o Peso, dificultando mais ainda a compreensão da interação da Força da Gravidade (FG).

As concepções alternativas aqui também ganham espaço e imaginação dos estudantes. Para alguns, a ausência da FG impossibilitaria de pessoas realizarem movimentos, isto é, sem gravidade sem ações dinâmicas. E outros acreditam que a nossa “energia de vida” se esgotaria, todavia a grande maioria da turma acredita que os corpos, sem a Força da Gravidade que a Terra oferece, sairiam flutuando em direção ao espaço, sem que nada acontecesse para que tal movimento se iniciasse.

A questão sete confirmou o que esta pesquisa esperava quanto aos argumentos utilizados dos estudantes em uma tarefa diária do seu cotidiano. 87,25% dos estudantes da turma não sabem diferenciar o Peso da Massa, e vice-versa, em suas expressões. Realizam perguntas envolvendo o termo Peso e imaginam respostas com o termo Massa, isto é, pedem o peso de um produto e aceitam a resposta em unidade de Massa. Não aceitam o Newton (N) como a unidade de Peso solicitada e tão pouco realizam perguntas utilizando a Massa como resposta para um valor de quilogramas solicitado.

A última questão era uma aplicação da segunda lei de Newton e para esta análise de dados tinha a importância de pesquisar a existência dos símbolos representativos dessa lei e, novamente, de verificar se os estudantes diferenciavam a Massa do Peso e vice-versa. Apesar de envolver a álgebra, esta ficava para o final, precedida de uma extensa exploração conceitual. Somente uma pequena fração da turma aplicou a equação e chegou ao resultado final. Boa parte preferiu igualar a massa perguntada com o peso oferecido da questão. O gráfico da figura 3 demonstra a análise desta pergunta para a pesquisa.

Figura 3 – Gráfico da aplicação de símbolos representativos no pré-teste (Lei de Newton).



Fonte: Autor.

Para a letra “d” e rascunhos da segunda lei de Newton esta análise considerou que o estudante fez uso de símbolos representativos dos conceitos, já para a letra “b” atribuiu-se que, além de não utilizar a equação respectiva, os mesmos não conseguiram diferenciar as grandezas Físicas Peso e Massa, atribuindo rapidamente o valor de $1,5 \times 10^9$ N para o valor da Massa. As demais opções serviram para auxiliar o estudante a encontrar a resposta certa por exclusão. Sendo assim, os que optaram pela letra “a” e “c” e os que não responderam somaram um pouco mais de 24% da turma.

As análises dos dados dos questionários, enquetes e entrevistas serviram de base para um ajuste na aplicação da sequência didática aplicada na turma. Essa etapa forneceu itens importantes para o processo. Buscar a melhoria para substituir as concepções alternativas como “a flutuação em direção ao espaço dos objetos na ausência da gravidade”; a Massa como sendo o Peso e vice-versa, a massa como células ou músculos e outros mais podem contribuir para o PEA da Física. Tais análises também influenciaram a motivação da pesquisa, trazendo mais compromisso por parte do pesquisador e colaborador. Reconhecer os conhecimentos prévios da turma também contribuiu para a adição de mais explicações da Dinâmica no início das abordagens, explicações estas que serão alvo de análises do próximo tópico.

4.7.5 O Filme fictício, o Vídeo Científico, os debates e as revisões didáticas.

A apresentação do filme se deu em três partes para que sobrasse tempo suficiente para uma sessão de debates sobre o tema envolvido. A primeira parte foi recebida sob um ambiente de desconfiança da turma, pois, até este momento, eles não sabiam que assistiriam a um filme. Após breve comentário sobre as intenções da didática envolvendo o filme, iniciou-se a primeira parte. Ao final desta etapa o professor colaborador resgatou nas lembranças (orientado por um planejamento outrora definido com o pesquisador) algumas cenas do filme com a intenção de iniciar a discussão didática. As cenas do filme serviram como “link” para relacionar com um desastre real de impacto, o meteoro do Arizona, que se chocou com a Terra há 50 mil anos atrás. Com a relação feita, o colaborador iniciou perguntas em relação ao filme, fazendo referências a cenas que envolvia os conceitos de Massa, Peso e Força com as cenas dos impactos e destruições, do centro de treinamento da NASA e da explicação da missão que envolvia o filme. Neste momento, o professor aproveitou para comentar várias situações que envolvessem os conceitos, de forma que os estudantes pudessem assimilar o melhor possível. Aqui também surgiram oportunidades para desconstruir as concepções alternativas outrora observadas nos questionários e enquetes. A turma no início se mostrou inibida, dificultando a interação, porém o professor insistiu com os comentários e com a participação da mesma.

O primeiro estudante a se apresentar foi o E18 que quebrou o silêncio da turma, falando o que esperava se o meteoro do filme atingisse a Terra. Daí em diante alguns estudantes (em torno de sete) procuraram interagir com os debates. O resultado deste primeiro dia não foi como esperado, devido ao pequeno número ter participado, porém as próximas etapas se mostraram com mais interação. O professor seguiu com o roteiro e, entre as perguntas e discussões, fez uma apresentação formal dos conceitos para comparar com o que alguns respondiam nos debates. Os resultados das análises dos comentários envolvidos nesta fase da apresentação do filme estão dispostos no quadro 5 e revelam como o professor colaborador abordava algum conceito e demonstrava alguns indícios do início da formação conceitual dos estudantes.

Quadro 5 – Trecho das falas durante a primeira sessão de debates.

| |
|---|
| PC: ... O que vocês acham... que aconteceria com o meteoro? Se ele.. ou quando ele.. ähh.. entrar na atmosfera... da Terra? |
| E18: Destruiria tudo! (risos) |
| PC: Por que?... por que destruiria tudo? |
| E18: eh... por que... é pesado?... Grande? (risos) |
| PC: Uhhh.. pesado... grande... é!... Alguém mais... pode...eh.. dar outra característica? |

| |
|--|
| E05: Professor... o meteoro... que o senhor falou (comentário do meteoro do deserto do arizona)...ele era maior, né?... Antes... antes de cair na Terra. |
| E18: Tinha mais massa! Lembra?... o professor falou. |
| PC: Sim. |
| E07: E o peso... o peso dele? |
| PC: Que tem? |
| E07: Muda também, né?... Por que a massa muda, né? |

| |
|---|
| E21: Então não tem peso?... no espaço? (referindo-se a um objeto) |
| PC: Não |
| E21: Só massa? |
| PC: Sim |
| E05: Mas.. na Terra tem, né?... Peso e massa? |

Fonte: Autor.

O primeiro e segundo trecho demonstra como o professor colaborador dirigia os debates e como este direcionava a pergunta de um estudante para outros estudantes de forma a incentivar a interação da turma aos debates. O segundo trecho apresenta a interação entre o professor colaborador e três estudantes. Esse foi o momento de maior interação entre a turma e apesar de bem menos do que se esperava, pode-se perceber, nas falas de E07, ao complementar os argumentos de E18, que este fez comparação em duas situações distintas: uma do meteoro no espaço, ausente de peso, e outra na atmosfera terrestre em interação com o campo gravitacional.

O terceiro e último trecho apresenta uma possível desconstrução de uma concepção alternativa quando o estudante E21 indaga sobre a situação de um objeto no espaço não possuir peso. As constantes indagações indicam que o mesmo possa estar realizando conflitos internos e, a partir desses, construindo uma

nova percepção do que se entende pelos conceitos de Massa e Peso ou, ao menos, conseguindo diferenciá-los.

Na apresentação da segunda parte do filme, a turma se mostrou mais desinibida e até mesmo preparada para os debates. Isso porque alguns estudantes pesquisaram um pouco sobre o tema através da mídia, e alguns, em casa, até assistiram por completo o filme, porém ainda havia alguns estudantes que não interagiam com a turma motivada. Comentários em tons baixos e risos eram percebidos durante toda a apresentação do filme, porém esta pesquisa entende que este comportamento, quando compreendido, pode ser utilizado em prol do Processo de Ensino e Aprendizagem. Assim, o pesquisador não solicitou ao colaborador atitudes que inibissem esses comportamentos avessos e continuou com a Sequência Didática.

Nessa etapa, o professor colaborador tinha o objetivo de direcionar os debates a fim de criar um ambiente propício ao aprendizado da Força da Gravidade e como esta se comporta com os objetos próximos da Terra. Para isso, o professor colaborador contou com episódio do meteoro YU 55 que passou entre a Terra e a lua em novembro de 2011 a pouco mais de 324 mil Km do nosso planeta. O professor lembrou que este evento virou questão do ENEM em 2010. Algumas cenas do filme foram utilizadas para incentivar os debates como cenas do foguete da espaçonave partindo da Terra, do cosmonauta russo na estação espacial, de um comentário do personagem durante a volta em torno da lua: “Estou me sentindo pesado!” e da gravidade lunar atraindo os fragmentos do asteróide. Durante os debates, as dúvidas iam surgindo e os argumentos dos estudantes apareciam com mais confiança (ao menos da maioria destes).

O professor aproveitou para abordar uma revisão das Leis de Newton com alguns exercícios de simples aplicação. Também fez uma breve explicação sobre Força Gravitacional Universal e do campo gravitacional da Terra. Neste momento apresentou aos estudantes os símbolos representativos referentes (as equações características) e apresentou um problema, o qual o próprio colaborador resolveu, para encontrar um respectivo valor da aceleração da gravidade (g) utilizando-se de uma relação entre a Força Gravitacional Universal e a Força da Gravidade da Terra (ou Força Gravítica ou Força Peso como alguns livros a caracterizam). Alguns importantes argumentos dessa etapa estão descritos no quadro 6 para uma melhor compreensão da análise.

Quadro 6 – Trecho das falas durante a segunda sessão de debates.

| |
|---|
| E03: Professor... este asteróide (referindo-se ao YU 55)... tinha gravidade?... como o do filme? |
| E18: Este (YU 55) é bem mais pes... (interrupção da fala)... tem mais massa!... tem mais massa que o outro! (risos) (referindo-se ao do deserto do Arizona)... ia acabá com tudo! |
| E15: Se fosse na Lua o estrago era menor, né professor! (risos) |
| E07: Peso eu...eu sinto... por causa da gravidade! a massa...a massa eu tenho...é isso? (risos) |
| E21: Eu vi os fragmentos caindo na lua (cenas do filme)... e a espaçonave... sendo puxada pro...pro.. pra pedra lá (risos) (cena da entrada no asteróide) |
| E30: professor... essa fórmula.. do peso...igual a massa vezes a aceleração... era ela, né? pra usar.. no teste? (referindo-se a ultima questão do pré-teste) |

Fonte: Autor.

Os argumentos demonstram que o aprendizado pelos conceitos envolvidos fica amadurecido com o seguir dos debates. É certo que a turma como um todo não interage como o esperado por essa pesquisa, porém um grupo seletivo de estudantes se envolve e é perceptível que seus argumentos melhoram com a frequência dos debates. O estudante E03, que até o momento não havia se envolvido, faz uma indagação a partir de uma comparação com o filme assistido, denotando que este consegue compreender que a força de gravidade é uma característica dos objetos. No segundo trecho E18 corresponde ao aprendizado e por si só faz uma autocorreção. Esse trecho é importante por que denota a insistência do uso de uma concepção alternativa, mesmo que involuntária, porém o mesmo consegue realizar uma análise e corrigir seus argumentos antes de finalizá-los.

A compreensão de que os efeitos gravitacionais sobre um corpo de massa qualquer varia conforme a intensidade do campo da gravidade local fica perceptível na fala de E15. E07, apesar de estar utilizando uma fala do filme, encontra uma descrição aceitável para diferenciar o Peso de um objeto de sua Massa e E21 consegue identificar o mesmo conceito em duas situações diferenciadas, mas foi E30 que ganhou destaque nesta etapa, porque, pela primeira vez, pôde-se observar o uso de símbolos representativos nos argumentos dos estudantes. Mas notório para esta pesquisa foi confirmar que o mesmo não havia utilizado tais símbolos no pré-teste, denotando uma possível aprendizagem a partir das discussões didáticas.

A última parte do filme foi apresentada à turma e logo em seguida o professor indagou à turma se hoje, nos dias atuais, poderia se realizar alguma forma de defesa contra impactos celestes, como o mostrado no filme. Discutiu um pouco

sobre o assunto e após breves respostas da turma, solicitou que refletissem sobre o mesmo enquanto viam um vídeo científico de sete minutos de duração, aproximadamente. O vídeo era sobre uma missão espacial da NASA e da ESA, agências espaciais norte americana e européia, e se tratava de uma missão de defesa espacial contra possíveis impactos oriundos do espaço. Foi o alvo da atenção da turma. Partir de uma situação fictícia e rumar para uma real e atual ganhou mais ainda a atenção da turma, até mesmo de alguns que, até este momento, não se motivavam com a metodologia.

O professor colaborador novamente entrou com os questionamentos orientados com o objetivo de revisar todos os conceitos vistos até agora e apresentou, ao final das discussões, alguns exercícios problematizados do tema, envolvendo os conceitos trabalhados, e os resolveu no quadro comentando-os passo-a-passo. Os comentários dessa etapa estão descritos no quadro 7 e trazem novas informações de suas análises.

Quadro 7 – Trecho das falas durante a terceira sessão de debates.

| |
|---|
| E09: Professor... essa sonda que vai observar... ela vai girar...também... com o asteróide menor, né? Por conta da gravidade? |
| PC: Sim. |
| E11: Quanto é a massa, mesmo,... desse asteróide? E a da sonda? |
| E18: dá pra calcular o peso da sonda...? |
| PC: onde? |
| E18: no asteróide menor... que fica girando! |

| |
|---|
| E25: O meu peso é maior!... maior na Terra que na Lua! (em resposta aos problemas apresentados) |
| PC: Por que? |
| E25: Por causa da gravidade? |
| PC: Que tem ela? |
| PC: É menor... na Lua é menor...que aqui da Terra |

| |
|---|
| E07: A tela da balança... não marcaria nada. |
| PC: Por que? |
| E07: (Silêncio) |
| E25: Eh...por que ela mede peso...só peso, professor.. e sem a força da gravidade... sem peso, certo? |

| |
|--|
| PC: Sim. E o objeto?...sairia flutuando? |
| E25: Acho que não...Só se fosse empurrado! (risos) |

| |
|--|
| E21: O peso do objeto...eh.. no nível... no nível do mar, não é o mesmo...que naquela montanha, professor. |
| PC: Que montanha? |
| E21: Ahhh, professor! (risos) |
| E17: Monte Everest |
| E21: É. Monte Everest! (risos) |
| PC: E porque o Monte Everest?... por que é usado no problema? |
| E21: (silêncio) |
| E18: Acho que por que é o maior... então a aceleração... da gravidade... é diferente, né? |

Fonte: Autor.

Nesta última etapa de debates, os resultados foram mais positivos. Pareceu que, com a prática, os alunos ficaram mais desinibidos e, portanto, participaram com mais intensidade. Alguns estudantes apresentaram um aperfeiçoamento sobre a interação da Força da Gravidade em diferentes corpos celestes como a observação do E09 que diferenciou o efeito da gravidade do asteróide maior sobre a sonda em relação ao asteróide menor. Fato semelhante pode ser observado nos argumentos de E25 que articula suas idéias sobre a resposta do problema apresentado em sala de aula a respeito dos diferentes valores do Peso de uma Massa qualquer em locais de força de gravidade diferenciada. Já E25 e E07 conseguem perceber a interação que a força gravitacional da Terra exerce sobre os corpos, caso comentando com o professor sobre um problema que foi apresentado no pré-teste, imaginando uma possível, repentina, ausência da Força da Gravidade.

O último trecho apresenta uma interação que, além de demonstrar o aprendizado da diferença de valores do Peso para altitudes diferentes (E21) e de relacionar este fator com os diferentes valores de “g” (aceleração da Força da Gravidade) (E18), demonstra ainda que a interdisciplinaridade foi trabalhada em conjunto com a formação conceitual desejada. O professor insistiu em indagar sobre algo fora da disciplina em que atua pra verificar se os mesmos estavam atentos às explicações, exigindo que alguém respondesse uma qualidade do Monte Everest: o de ser o maior do mundo e aproveitou para falar um pouco mais sobre ele, exercitando assim a interdisciplinaridade.

Os argumentos analisados nesta etapa surgiram a partir de debates sobre um tema social e científico, a ameaça dos asteróides. Argumentos estes que iniciaram a partir da apresentação de um filme fictício e um vídeo científico. A turma se apresentou de forma positiva durante esta etapa e partiu para uma próxima etapa, onde estes precisariam organizar suas idéias e estruturá-las para aplicá-las em um ambiente experimental.

4.7.6 Os Experimentos Problematizados e o Pós-Teste

Os experimentos utilizados serviram de base para uma aplicação dos invariantes operatórios dos estudantes da pesquisa. Nesta etapa os participantes das pesquisas exercitaram as habilidades cognitivas representadas pelos invariantes operatórios, isto é, aqui os estudantes aplicaram os conhecimentos adquiridos durante as fases anteriores, exercitando a observação, os argumentos, a comparação, a diferenciação, a identificação, a classificação, a abstração, a habilidade de calcular, de medir, de tabelar, de construir gráficos e outros que servem de base para a formação de esquemas cognitivos. Os argumentos tanto dos diálogos dos grupos quanto a apresentação de cada experimento estão apresentados no quadro 8.

Quadro 8 – Grupo A: experimento 1

| |
|--|
| E23: Dá pra saber... é só usar aquela fórmula... lembra? |
| E12: Qual? |
| E23: A que o professor falou... do peso... Igual à “eme” vezes “gê”! |
| E05: Mas só tem a gravidade. |
| E18: Tem que fazer o experimento, né professor? |
| PC: (pausa)...pra que serve?...pra que serve o experimento? |
| E12: Pra ver o valor no... no medidor... de peso, né? |
| PC: Dinamômetro! |
| E12: É. (risos) |
| E18: ahhh... ele vai dá o peso... vamos lá, então... vamos fazer. |

Fonte: Autor.

Quadro 9 – Grupo B: experimento 2

| |
|---------------------------------------|
| E17: Tá difícil por que tá inclinado. |
|---------------------------------------|

| |
|--|
| E02: Pra subir é mais difícil (risos)... |
|--|

| |
|---|
| E20: Vai ter dois valores... do Peso... vai dá diferente. |
|---|

| |
|--|
| E17: É...mais a massa é a mesma coisa. |
|--|

| |
|---|
| E06: Tem que fazer aquelas setas...do peso, lembra? |
|---|

| |
|-----------------------------------|
| E17: Na horizontal é tranquilo... |
|-----------------------------------|

| |
|--|
| E25: Vou tentar fazer... no inclinado. Tú tenta no outro (referindo-se ao E17) |
|--|

| |
|-------------------------|
| E06: vou tentar também. |
|-------------------------|

Fonte: Autor.

Quadro 10 – Grupo C: experimento 3

| |
|---|
| E14: Não vi muita diferença... só na subida... e na descida também...parado deu a mesma coisa |
|---|

| |
|--------|
| E01: É |
|--------|

| |
|---|
| E03: Acho que o prédio não era alto... o problema dizia que era pra ser alto. |
|---|

| |
|--|
| E08: Acho que não... Acho que só era pra mudar subindo e descendo mesmo... porque o professor disse que poderia ser qualquer um. |
|--|

| |
|--|
| E14: Nossa balança também era simples... só dava pra ver dois...dois números depois da virgula... o problema tem quatro (risos). |
|--|

Fonte: Autor.

Esta etapa foi marcada pela interação mais ativa da turma. Alguns estudantes, dos quais não se pronunciaram na fase de debates do filme e vídeo científico, apresentaram-se mais abertos à metodologia da pesquisa e contribuíram para a análise desta sequência. Nos argumentos do Grupo A, é possível perceber que o estudante E23 executa algumas ações cognitivas (invariantes operatórios) como a observação, a classificação e a comparação ao orientar a turma como executar o procedimento solicitado no experimento, apesar de ainda incompleto, o mesmo ainda se utiliza de símbolos representativos para a confirmação de seus argumentos. Neste mesmo trecho é possível observar tanto E05 utilizando a identificação para chamar a atenção do grupo que só havia um dado cedido pelo problema, quanto E18 executando tomadas de decisões, o que leva a acreditar que sua confiança a respeito dos conceitos envolvidos tenha alcançado um nível desejado para a execução do experimento. E12 também se destaca neste trecho, visto que, apesar da pergunta não ter sido diretamente a ele, o mesmo utilizou-se de

seus argumentos pra explicar ao professor a pergunta, deduzindo o que seria o dinamômetro, mesmo não utilizando o termo ideal para o nome do equipamento.

No grupo B, no primeiro trecho, apesar de pequeno, é possível perceber a comparação que E17 realizou para confirmar a dificuldade do movimento do objeto. Essa ação de comparação é uma habilidade essencial para praticar a definição de um conceito qualquer e mesmo sendo uma frase com poucos termos científicos é possível também verificar a mesma comparação na resposta de E02. No próximo trecho, nos argumentos de E20, este além de comparar, se utiliza da confiança do assunto envolvida para confirmar suas idéias quando fala que o valor do Peso vai se apresentar de forma diferente nos dois planos. E17 se destaca por apresentar o invariante operatório da diferenciação, pois o mesmo confirma os argumentos do amigo do grupo e apresenta a informação de que a Massa não muda de valor, diferenciando Massa de Peso de um mesmo objeto. Neste trecho ainda é possível observar a utilização de símbolos representativos na fala de E06, bem como apresentação da prática de habilidades como a de calcular e de realizar gráficos, o que denota para esta pesquisa que a metodologia desta pesquisa auxilia, além da conceitualização, outras aéreas do conhecimento.

Nos argumentos do grupo C, era possível perceber um ambiente de discussão didática. Apesar dos risos, havia um interesse mútuo, pelo menos nos integrantes do trecho, em compreender os resultados dos dados obtidos. A observação foi o invariante mais notado neste trecho. A comparação também foi utilizada para se chegar a algumas teorias como a da balança utilizada não ser tão precisa. Porém a observação foi o destaque e o que levou os integrantes a perceber a diferença, de seus respectivos Pesos quando o elevador está em movimento, tanto na subida quando na descida.

Os grupos também tiveram a oportunidade de realizar a apresentação de seus experimentos para o restante da turma, porém esta fase não foi muito promissora para a pesquisa. Parece que os estudantes, quando precisaram exercitar a prática da fala para uma platéia não se sentiram a vontade e voltaram a ficar inibidos. O professor colaborador entrevistou e pediu mais seriedade da turma. Os experimentos foram apresentados, porém a turma não realizou muitas perguntas. Apesar disso, houve alguns indícios do aprendizado dos conceitos envolvidos como mostra o quadro 11.

Quadro 11 – Trechos das Falas das Apresentações

| |
|---|
| PERGUNTA DO ESTUDANTE E23 AO GRUPO A |
| Dá pra fazer o contrário, né?... pra encontrar o valor... de “gê”... se sabermos a massa... dá pra fazer? |

| |
|--|
| APRESENTAÇÃO DO ESTUDANTE E17 SOBRE O EXPERIMENTO DO SEU GRUPO (B) |
| O plano quando está inclinado fica... fica mais difícil...com mais força! (fazendo relação com o plano horizontal) |

Fonte: Autor.

O estudante E23 começou a realizar alternativas para a aplicação da 2ª Lei de Newton aplicado no conceito de Peso. Isso demonstra que o estudante está reorganizando suas estruturas, acomodando-as para entender que a Lei pode ser aplicada de outras formas, com outras intenções.

No segundo trecho, o estudante E17 tenta traduzir suas observações de situações em conceitos, utilizando os conhecimentos outrora construídos. Os argumentos ainda necessitam de melhorias, mas é possível notar que o estudante se esforça em argumentar e diferenciar o resultado de uma força aplicada a um bloco saindo de um plano horizontal e chegando a um inclinado.

O pós-teste foi aplicado duas semanas após o último encontro como forma de confirmar a assimilação dos conceitos envolvidos e, como informado neste capítulo, foi construído a partir das necessidades que a pesquisa identificou ao longo de toda a metodologia. Vale ressaltar que os estudantes da pesquisa pertencem ao 2º ano do Ensino Médio, portanto, neste período que a pesquisa se ausentou, aos mesmos eram apresentados assuntos da Física totalmente diferente do Tema, o que leva esta pesquisa a compreender que nada, por parte do professor colaborador, colaborasse com o desempenho no teste final. Foi levada em consideração a construção de questões a fim de que dificultassem o uso de concepções alternativas para que o estudante se aprimorasse nos conceitos científicos aprendidos.

O pós-teste foi composto de dez perguntas sendo três abertas e sete fechadas. Sete questões foram elaboradas pelo pesquisador e três foram utilizadas de vestibulares anteriores (UERJ-RJ, PUC-MG e FUVEST), devido à relevância dos conceitos envolvidos para esta pesquisa. Todas as questões obedeceram a um critério avaliativo bem específico. As questões 01, 06 e 10 tinham um propósito de externalizar a conceitualização dos estudantes quanto aos termos Peso, Massa e

Força da Gravidade, já as questões 09, 02 e 05 tratavam de uma aplicação das equações Físicas envolvidas com o intuito de confirmar o aprendizado dos símbolos representativos dos estudantes. Para a percepção dos invariantes dos conceitos foi reservado às questões 03 e 04, e, finalmente, para 07 e 08 ficou a responsabilidade de analisar os reconhecimentos das situações envolvidas.

Os argumentos dos estudantes participantes da pesquisa apresentaram um desenvolvimento satisfatório no que se refere aos conceitos científicos abordados. O quadro 12 representa dois dos argumentos envolvidos nas respostas abertas.

Quadro 12 – Trecho das Análises das Questões 01 e 03

| |
|---|
| E07: Sim, porque o peso é a interação de massa e gravidade (referindo-se a questão 1). |
| E25: Ao contornar a Lua, a espaçonave entrou no campo gravitacional da mesma, passando a existir Peso (referindo-se a questão 6). |

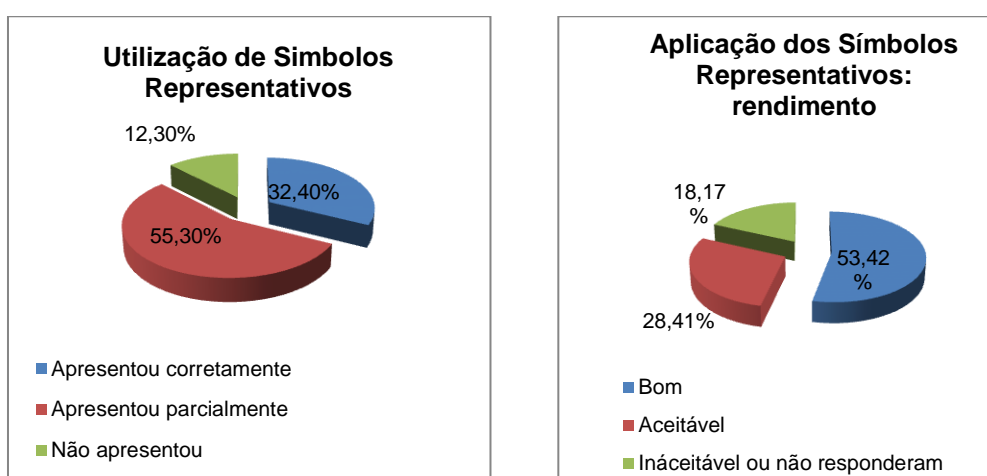
Fonte: Autor.

O primeiro trecho, apesar de não revelar mais informações importantes sobre o conceito Peso, demonstra uma situação de comportamento em um campo gravitacional existente, isto é, o estudante conseguiu não somente compreender o invariante conceitual de o peso surgir somente com a existência de uma aceleração da gravidade, como também o diferenciou da Massa, atribuindo a esta a consequência de seu Peso e observando a gravidade de um referido planeta. O segundo trecho revela situações apresentadas para explicar o comentário do personagem. O estudante E25 compreendeu que o contorno da Lua fazia parte da sensação de aumento de peso. Percebeu também que existia um campo gravitacional e que este iria influenciar a percepção quanto ao seu peso. Tanto na resposta de E07 quanto na de E25, pôde-se notar um aumento de seus campos conceituais através da observação de situações utilizadas, invariantes e, por que não no primeiro trecho, atribuir também a utilização de símbolos, uma vez que este relacionou diretamente a influencia da Massa e da Força da Gravidade como causadora do Peso.

As questões 02, 05 e 09, através dos rascunhos laterais oriundos dos cálculos para encontrar a resposta, apresentou um desenvolvimento perceptível na utilização de símbolos representativos, isto é, quase todos os estudantes (87,70%) conseguiram apresentar suas respostas utilizando a equação que determina o valor

do Peso dos corpos, mesmo que alguns não tenham alcançado a correta resposta, pois a análise não se limita em observar a correta alternativa. As alternativas solicitam a informação de dois dados, o Peso e a Massa, e compreender ao menos uma delas significa, para esta pesquisa, um rendimento aceitável, o que somado com aqueles que escolheram a alternativa mais correta apresentou um montante de 81,83% da turma. A figura 4 trás um gráfico que revela com mais detalhes a quantificação desses aspectos qualitativos a que a pesquisa se refere.

Figura 4 – Utilização e Aplicação de símbolos representativos no pós-teste.



Fonte: Autor.

Quanto à análise dos envolvimento de situações necessárias para a correta resposta das questões 07 e 08, esta pesquisa pode concluir que estes estudantes estão ampliando os seus campos conceituais a respeito dos termos físicos envolvidos. A primeira questão foi a mais relevante para a análise, apesar de alguns não atentarem para o fato da variação da gravidade em diferentes latitudes na Terra. Quase 93% da turma compreendeu que a gravidade é a influenciadora do Peso, diferenciando-o da massa. A questão 08 revelou uma falha na pesquisa, onde essa deveria incluir em sua didática situações reveladoras de que o tempo de queda de um objeto, de uma determinada altura, não é influenciado pelo seu peso, fato que levou parte da turma a dúvidas quanto à veracidade da informação (31,40%). Isto levou estes ao erro e revelou ao pesquisador mais uma concepção alternativa a ser desconstruída: a de que corpos de pesos diferentes caem com velocidades diferentes.

As questões 03 e 04 revelaram o desempenho da conceitualização dos estudantes no tocante aos invariantes conceituais que, através da comparação, diferenciação ou da abstração (invariantes operatórios da aprendizagem), apresentaram 86,25% de rendimento em suas respostas. Apenas a questão 04 ainda revelou dúvidas, para uma parte dos estudantes (21,97%), quanto ao princípio físico de funcionamento da balança em questão, denotando mais uma concepção alternativa a ser trabalhada em outras pesquisas.

A Questão 10, infelizmente, revelou outra ineficiência desta metodologia: a falta de atribuição de situações que envolvam os conceitos de Peso atrelados aos vetores de orientação de velocidade. Apesar de 84,90% da turma reconhecer a correta orientação do vetor Peso (sentido e direção), estes deixaram a desejar quando indicaram o vetor de orientação da velocidade como Força (43,28%), isto é, parece que os mesmos apresentam uma concepção alternativa de que todo vetor, descrito em uma figura, seja uma Força, induzindo-os a acreditar que existe mais de uma força atuando na questão.

O teste final, apesar de alguns indícios de ajustes da metodologia, apresentou um rendimento satisfatório para esta pesquisa, pois trouxe confiança para a turma nas respostas, denotando o desempenho obtido e possibilitando um “feedback” mais empolgante, tanto da parte deles, quanto da parte do professor colaborador.

4.7.7 Retorno com a Turma e Entrevista Final com o Professor Colaborador

Após a aplicação do teste, o professor colaborador e o pesquisador revelaram algumas análises das avaliações e dos experimentos para que a turma percebesse a evolução conceitual em que estavam envolvidos. Os estudantes puderam expressar seus argumentos quanto à metodologia que foram expostos. Para o estudante E18, mais metodologias envolvendo debates científicos deveriam existir em sala de aula, já para E25 os experimentos deveriam ser práticas comuns no dia-a-dia do professor, mas foi E27 que apresentou maior satisfação pela metodologia, demonstrando o reconhecimento de suas limitações e a sua evolução ao comentar que nunca mais iria confundir Massa com Peso. Esse comentário criou um momento de risadas gratificantes na sala de aula.

O professor colaborador, em sua retórica, através da entrevista final, apresentou sua perspectiva quanto à metodologia que aplicou, demonstrando

aspectos como a atenção que a turma deu a sequência e de como ela interagiu durante todas as fases. Reconheceu a dificuldade no início, mas, com o decorrer da sequência, observou que os estudantes se tornaram mais abertos ao aprendizado. Comentou que o filme, vídeo didático e apresentações científicas dos meteoros do passado e presente, bem como a ação que a sociedade científica está trazendo, foram os diferenciais para envolver os estudantes, dando-lhes sentido para o estudo dos conceitos envolvidos. Enfatizou também a prática experimental que sempre é bem recebida pelos estudantes, mesmo que estas não envolvam tantas dificuldades em realizá-las.

Apesar de reconhecer o aprendizado dos conceitos Massa, Peso e Força da Gravidade através de uma abordagem QSCs embutida em uma Sequência Didática, o colaborador aponta que o conteúdo aprendido é pouco para o tempo que leva a metodologia, logo não é possível realizá-la para todo o conteúdo exigido da Física, fazendo com que se tornem esporádicas, caso aconteçam. Tal perspectiva apesar de negativa é também alvo de análise e pode vir a melhorar a abordagem da metodologia, desde que não comprometa o objetivo real: ampliar os campos conceituais de termos científicos da Física ou outra área do ensino da ciência.

Os dados até aqui analisados serviram de base para a compreensão do Processo de Ensino e Aprendizagem de uma turma do 2º ano do Ensino Médio durante a aplicação de uma Sequência Didática envolvendo abordagens QSCs. Esses resultados não têm a intenção de encerrar as discussões sobre dificuldades e problemas oriundos dos conceitos físicos pertinentes, tão pouco limitá-los a essa realidade, pois a contextualização foi levada em consideração no momento de cada análise e de cada reflexão. Algumas considerações desta pesquisa se faz necessário para que sua compreensão de aspectos esperados e inesperados possa ser melhorada em pesquisas futuras. Tais considerações são alvos de comentários do próximo capítulo.

5. Conclusões e Considerações Finais

Ao caracterizar o PEA da Física no Ensino médio esta pesquisa pode compreender algumas dificuldades relacionadas ao ensino, a aprendizagem e ao próprio sistema educacional que os pesquisados se encontram. Embora a pesquisa tenha se efetuado na rede de ensino de Manaus, os conhecimentos adquiridos da perspectiva dos teóricos em muito contribuíram para a metodologia. A influência das QSC's sobre a turma pesquisada demonstrou a importância que esta abordagem tem para o ensino e quando atrelada a uma sequência didática específica traz resultados significantes.

A abordagem QSCs se mostrou eficaz no tocante ao desempenho conceitual dos estudantes, ampliando os respectivos campos conceituais e respondendo o problema científico desta pesquisa de como a interação didática entre alunos, professores, Questões Sóciocientíficas e a Teoria dos Campos Conceituais podem contribuir para o processo de formação de conceitos científicos em Física. A Física está repleta de temas envolvendo QSCs e esta pesquisa pode auxiliar o professor na busca por uma que seja diferenciada e que atenda as suas necessidades e contextualizações. Esse fator, com certeza, foi a maior contribuição que esta pesquisa ofereceu aos pesquisados, isso porque trouxe uma nova perspectiva para o professor colaborador no que se refere a potencializar suas aulas, tornando-as mais prazerosas e significantes. Os estudantes também se beneficiaram com a metodologia, pois trouxe um novo significado para a Física, dando-lhes um objetivo para o tema Físico abordado o que em pode ser comprovado através das escritas e argumentos coletados durante toda a pesquisa.

O tempo exigido para tal prática pedagógica requer uma atenção mais ampla, e esta foi uma das dificuldades que surgiram durante a pesquisa. A perspectiva do professor quanto à relação tempo-conteúdo desta metodologia já era esperado. Uma metodologia que traga resultados importantes, em conjunto com um professor empenhado na ação (que foi o caso do nosso professor colaborador), denota tempo para ser idealizada, realizada e aplicada, porém o resultado é, na maioria das vezes, satisfatório. O sistema de ensino educacional vigente, quase sempre, não deixa espaço para tais práticas, dificultando essas ações de melhoria para o Processo de Ensino e Aprendizagem. A própria Teoria de Vergnaud concorda com essa posição, por afirmar que é necessário tempo ideal para ampliar os campos conceituais, tempo

este que varia de estudante para estudante. Sendo assim o tempo ideal para um aprendizado não deveria ser limitado há poucos minutos.

As dificuldades pedagógicas também estão relacionadas à falta de compreensão das características próprias das questões sociocientíficas, uma vez que abrangem controvérsias socioambientais e éticas. Sabe-se que cada fator sociocientífico não possuem resoluções fáceis, já que estão interligados e dependem uns dos outros.

Com relação à metodologia, há de se levar em conta a aplicação do retorno da turma após a análise do teste final, isso porque este revelou a existência de outras concepções alternativas que, apesar de não ser alvo desta pesquisa, revelaram ser um fator inibidor do aprendizado, dificultando a metodologia e que podem servir de dados para aprimorar futuras pesquisas.

Verificou-se também, como já era esperado, que a abordagem de QSCs no Processo de Ensino e Aprendizagem da Física não fica restrita aos conteúdos específicos dessa disciplina. A interdisciplinaridade é um fator ponderante. Desta forma, a responsabilidade do professor de Física precisa ser expandida. Ele precisa priorizar a importância do processo para obter resultados verdadeiros, ou seja, o trabalho do professor deve se tornar mais amplo, sair de seus conhecimentos específicos. Ao perceber essa condição e aplicar as ações didáticas necessárias ao professor cabe a escolha de um tema QSC gerador que mais lhe convém, observando as dificuldades contextuais de seus estudantes e suas próprias limitações.

Os resíduos de uma cidade, o aquecimento global, a clonagem humana, as experiências com células-tronco, a emissão desordenada de CO₂, os alimentos transgênicos e outros mais, que culminam por preocupar toda a sociedade científica a resolver de forma social e humana, podem em muito trazer melhorias para o Ensino da Física através de uma metodologia eficaz e significativa e auxiliar o professor nesta jornada. Estas problemáticas acabam por confirmar que o ensino da Física ou de qualquer outra disciplina não poderá ficar limitado aos conteúdos didáticos, é necessário assessorar o aluno nas compreensões das questões sociocientíficas a fim de cumprir o objetivo maior de uma escola da rede pública que é o de formar cidadãos conscientes de seus atos e formadores de opiniões científicas de modo que se tornem agentes atuantes em uma sociedade.

O Ensino da Física não é mais uma ação isolada somente no ambiente escolar, mas inevitavelmente se deve fazer uma abordagem das QSCs de maneira a promover o desenvolvimento real dos alunos para a vida prática, não mais só para os aspectos decorativos e técnicos dos conhecimentos passados pela escola. Há inúmeros questionamentos sobre a educação como está, sobretudo às controvérsias suscitadas pelas QSCs que podem representar um potencial considerável para a inovação educativa que também exige planejamento do ensino e ações bem sustentadas, assim como a participação ativa do professor.

A abordagem de QSCs não enriquece somente o aprendizado do aluno, mas prepara e melhoram as aulas em que o professor não precisa representar uma máquina que não pode errar ou demonstrar fragilidades sociocientíficas, como falta de tempo para a construção do assunto, mazelas físicas ou psicológicas entre outras. Assim, a educação parece tornar-se mais humana considerando o processo como fator prioritário e não os fins como no caso das notas para passar ou nos conteúdos programáticos que são transmitidos sem o compromisso com a assimilação por parte dos alunos.

É de grande importância que este estudo levante questionamentos construtivos que possam ser usados para inovar a maneira como se ensina e aprende, não somente como uma crítica ao sistema educacional e sua metodologia, mas, sobretudo, se analise um bem maior que é a experiência humana de viver sua vida com plenitude com menos pressões sociais, profissionais ou familiares irracionais que buscam apenas resultados sem considerar a satisfação emocional e o prazer em aprender.

Referências Bibliográficas

ANTUNES, Celso. **Professores e professauros: reflexões sobre a aula e práticas pedagógicas diversas**. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

AIKENHEAD, G. S. (2006). **Science education for everyday life: evidence-based practice**. New York: Teachers College Press.

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. e Hanesian, H. **Psicología Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

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

BITTAR, M. **A teoria dos campos conceituais e o ensino de vetores no ensino secundário francês**. Disponível em: <http://www.anped.org.br/25/excedentes25/marilenabittart19.rtf>. Acesso em: 26/06/2016.

CAMPUS, L.M.L.A. **A rotulação de alunos como portadores de distúrbios ou dificuldades de aprendizagem: uma questão a ser refletida**. Serie ideias, n 28, p.125-139. São Paulo: FDE, 1997.

CARNIO, Michel Pisa. **O tratamento de questões sociocientíficas na formação de professores de ciências: possibilidades e desafios nas vozes dos licenciandos**. Uni-pluri/versidad, Vol. 14, N.º 2, 2014.

CARVALHO JR., Gabriel Dias de. **Os campos Conceituais de Vergnaud como Ferramenta para o Planejamento Didático**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 25, n. 2: p. 207-227, ago. 2008.

FERNÁNDEZ, A. **A inteligência aprisionada; abordagem psicopedagógica clínica da criança e sua família**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1990.

GARCIA, J.N. **Manual de dificuldades de aprendizagem, leitura, escrita e matemática.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MACHADO, Nilson José. **Ensaio transversais: cidadania e educação.** São Paulo: Escrituras Editora, 1997.

HESTENES, D. **Modeling methodology for physics teachers.** In: **Proceedings of the International Conference on Undergraduate Physics Education**, College Park, August 1996.

MARTÍNEZ, L., PEÑA, D. y VILLAMIL, J. **Relações da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente a partir de casos simulados: uma experiência no ensino da Química.** *Ciência & Ensino*, Número especial, p. 1-16. 2007.

MASCARENHAS, Anne. **Dificuldades de Aprendizagem.** Disponível em: <http://www.centropsicopedagogicoapoio.com.br/quais-as-principais-dificuldades-de-aprendizagem/>. Acesso em: 14/06/2016.

MCEWEN M, Wills EM. **Bases teóricas: os fundamentos da prática profissional.** 2a ed. Porto Alegre (RS): Artmed; 2009.

MIGUEL, José Carlos. **O Processo de Formação de Conceitos em Matemática: Implicações Pedagógicas.** UNESP, 2009.

MOREIRA, M.A. **Modelos mentais. Investigações em Ensino de Ciências.** 1(3): 193-232, 1996.

MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária. 1999.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa.** Brasília: Editora da UnB, 1999.

MOREIRA, M.A. e Sousa, C.M.S.G. **Dificuldades de alunos de Física Geral com o conceito de potencial elétrico.** Projeto de pesquisa em andamento, 2002.

MOREIRA, M.A. **Modelos mentais. Investigações em Ensino de Ciências.** Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/ciencias/fundamentos/curiosidade-pesquisador-25977.shtml?page=6>. Acesso em 28/03/2016.

PIAGET, Jean. **O diálogo com a criança e o desenvolvimento do raciocínio.** São Paulo: Scipione, 1997.

PELIZZARI, Adriana; KRIEGL, Maria de Lurdes; BARON, Márcia Pirih; FINCK, Nelcy Teresinha Lubi; DOROCINSKI, Solange Inês. **Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel.** Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

PORTILHO, Evelise Maria Labatut; ALMEIDA, Siderly do Carmo Dahle de. **Avaliando a aprendizagem e o ensino com pesquisa no Ensino Médio.** Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 16, n. 60, p. 469-488, jul./set. 2008.

RATCLIFFE, M., & Grace, M.. **Ensino de ciências para a cidadania: o ensinar das questões sócio-científicas.** Maidenhead: Open University Press, 2003.

RAMSEY, J. (1993). **The science education reform movement: implications for social responsibility.** Science Education, 77(2), 235-258.

RUBBA, P. (1991). **Integration STS into school science and teacher education: beyond awareness.** Theory into Practice, 30(4), 303-315.

SANTOS, Paulo Roberto dos. **O Ensino de Ciências e a Idéia de Cidadania.** Contribuições Sociocientíficas - FUESP, São Paulo, 2007.

SANTOS, W. L. P. dos. **Educação Científica humanística em uma perspectiva Freireana: Resgatando a função do ensino de CTS.** Alexandria, (2008) 1(1), 109-131.

SANTOS, W. L. P. dos, & Mortimer, E. F. (2000). **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira.** Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, 2(2), 133-162.

SANTOS, W. L. P. dos, & Schnetzler, R. P. (1997). **Educação em química: Compromisso com a cidadania.** Ijuí: Editora da Unijuí.

SOUSA, C.M.S.G.. **A resolução de problemas e o ensino de Física: uma análise psicológica.** Tese de doutoramento. Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, 2001.

VERGARA, S. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração.** 5.ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2010.

VERGNAUD, G. **A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos.** Revista do GEMPA, Porto Alegre, Nº 4: 9-19. 1996.

VERGNAUD, G. **The nature of mathematical concepts.** In Nunes, T. & Bryant, P. (Eds.) Learning and teaching mathematics, an international perspective. Hove (East Sussex), Psychology Press Ltd. 1997.

VERGNAUD, G. **A teoria abrangente da representação para a educação matemática.** Jornal da Matemática Behavior, 17(2): 167-181, 1998.

VERGNAUD, G. **A criança, a matemática e a realidade.** Tradução: Maria Lucia Faria Moro. Editora UFPR - Psicologia e Educação. Curitiba, 2014

VOSNIADOU, S. **Capturando e conceituando o processo de percepção do aprender.** Learning and Instruction, v. 4, p. 45-69, 1994.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** São Paulo: Martins Fontes, 1999.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WILSON, J. (2005). **Pensar com conceitos**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes.

ZEIDLER, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., Howes, & Elaine V.. **Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education**. Science Education, 89(3), 357-377, 2005.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. **Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento**. In: SCHNEUWLY, B.; DOLZ, J. Gêneros orais e escritos na escola. Trad. e org.: Roxane Rojo e Glais Sales Cordeiro. 3. ed. Campinas: Mercado de Letras, 2004, p. 81-108.

Nicot Y., Revista ARETÉ, ano 2008

Apêndice

Apêndice A

ENQUETE AVALIATIVA AOS ESTUDANTES QUANTO A RECEPÇÃO DOS ELEMENTOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

Nome:

Idade:

- 1) Você gosta das aulas de Física?
 Sim Não Sem resposta

- 2) Se você pudesse escolher a forma de apresentação, como gostaria que fosse a aula de Física?
 Através de Experimentos em sala de aula.
 Relacionada com assuntos da mídia de seu conhecimento.
 Através de discussões didáticas em grupos.
 Resolvendo problemas que fazem sentido pra sua realidade.
 Todas as anteriores.
 Sem resposta.

- 3) Gosta de debates em turma ou discutir com amigos um determinado tema que te agrade?
 Sim Não Sem resposta

- 4) Em sua opinião as aulas de Física pode se relacionar com a Matemática, a Química ou a Biologia em uma mesma sala de aula?
 Sim Não Sem resposta

- 5) Já realizou algum experimento, envolvendo assuntos da Física que estudou em sala de aula?
 Sim Não Sem resposta

6) Gosta de resolver problemas de Física?

Sim Não Sem resposta

7) Você acha que o estudo da Física auxilia na compreensão e solução dos problemas sociais?

Sim Não Sem resposta

8) Já ouviu falar através de jornais, revistas, televisão ou amigos de algum tipo de problema social que envolva a ciência como resposta causadora desse problema?

Sim Não Sem resposta

9) Sabe dizer o que é um conceito científico, como os da Física, por exemplo?

Sim Não Sem resposta

10) Gosta de falar sobre grandes acontecimentos históricos?

Sim Não Sem resposta

11) Já ouviu falar de algum tipo de catástrofe que quase dizimou parte da vida na Terra?

Sim Não Sem resposta

12) Tem alguma idéia formada do que seja um asteroide ou meteoro?

Sim Não Sem resposta

Apêndice B

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO INICIAL DOS CAMPOS CONCEITUAIS DOS ESTUDANTES DOS TERMOS CIENTÍFICOS: PESO, MASSA E FORÇA.

Nome:

- 1) Com suas palavras, sem se preocupar com conceitos existentes em livros didáticos, explique o que você entende por Massa de um corpo?
- 2) Com suas palavras, sem se preocupar com conceitos existentes em livros didáticos, explique o que você entende por Peso de um corpo?
- 3) Com suas palavras, sem se preocupar com conceitos existentes em livros didáticos, explique o que você entende por Força?
- 4) Qual o nome da Força que a Terra exerce sobre todos os corpos perto de sua superfície, direcionando estes ao seu centro?
 Força Magnética Força Centrípeta Força Gravitacional Universal
 Força Elétrica Força da Gravidade Força de Atrito
- 5) Se, por um fenômeno inexplicável, esta Força a que se refere à pergunta quatro deixasse de existir, o que aconteceria com um objeto deixado em cima de um dinamômetro digital (balança)?
 Nada aconteceria.
 O valor no visor da balança aumentaria.
 Não seria possível medir a sua respectiva massa.
 O valor da massa desse objeto se igualaria a zero.
 O Peso do objeto deixaria de existir.
 Nenhuma das respostas anteriores.
- 6) Você acha que essa Força influencia as suas ações no seu dia-a-dia, como andar, correr ou pular? Tente imaginar como seriam estas ações sem tal Força e faça um breve comentário sobre estas ações.

7) Imagine que você fosse a uma feira e solicitasse ao feirante certa quantidade de um grão qualquer vendido a granel (arroz, por exemplo), medido na presença do consumidor com o auxílio de uma balança digital. Escreva, com as suas palavras, as duas perguntas que você faria ao solicitar:

a) A quantidade desejada do produto.

b) O valor do produto.

Escreva também, com suas palavras, qual seria a resposta do feirante:

a) À primeira pergunta solicitada

b) À segunda pergunta solicitada

8) Em 08 de novembro de 2011, a Agência Espacial Norte Americana (NASA) informou que o asteroide YU 55, de 400 m de diâmetros, e $5,5 \times 10^{10}$ Kg de massa, cruzou o espaço entre a Terra e a Lua sem causar danos ao nosso planeta. Porém há 50 mil anos um meteorito de ferro com apenas 40 m de largura, pesando $1,5 \times 10^9$ N, se chocou no deserto do Arizona e abriu uma cratera de 1.250 m de diâmetro e 190 m de profundidade. Adotando a força da aceleração da gravidade (g) = 10 m/s^2 , a massa deste meteoro que caiu no Arizona é:

a) $1,5 \times 10^9$ N;

b) $1,5 \times 10^9$ Kg

c) $1,5 \times 10^8$ N

d) $1,5 \times 10^8$ Kg

Apêndice C

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO FINAL DOS CAMPOS CONCEITUAIS DOS ESTUDANTES DOS TERMOS CIENTÍFICOS: PESO, MASSA E FORÇA.

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



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

2) O asteroide YU 55 passou próximo da Terra em 2011 (325 km). Sua massa foi estimada em 5×10^{10} Kg, aproximadamente. Se este entrasse no espaço gravitacional da Lua com uma aceleração gravitacional lunar igual a $1,6 \text{ m/s}^2$, o seu Peso e sua Massa seriam, respectivamente:

- a) 5×10^{11} N e 5×10^{10} Kg
- b) 8×10^{10} N e 5×10^{10} Kg
- c) 6×10^{10} N e 4×10^{10} Kg
- d) 5×10^{10} N e 5×10^{10} Kg

3) O dinamômetro é usado para medir:

- a) A Massa dos objetos
- b) O volume dos objetos
- c) A densidade dos objetos
- d) O peso dos objetos

4) O valor indicado nas balanças encontradas em farmácias e mercados, refere-se:

- a) A Massa dos objetos
- b) O peso dos objetos
- c) A Normal, resultante do contato com sua bandeja (ou plataforma) e o objeto.
- d) A densidade dos objetos

- 5) O professor Wilguem Pesa aproximadamente 700 N aqui na Terra. Se, hipoteticamente, a força de gravidade da Terra deixasse de existir, repentinamente, o Peso e a Massa do professor Wilguem seriam respectivamente:
- a) 700 N e 700 Kg
 - b) 700 N e 0 Kg
 - d) 0 N e 700 Kg
 - e) 0 N e 0 Kg
- 6) No filme assistido, Armagedon, na cena em que a espaçonave está realizando uma volta em torno da Lua, um dos personagens realizou o seguinte comentário: “Estou me sentindo pesado!”. Justifique, fisicamente, este comentário:
- 7) Um alpinista, ao subir o Monte Everest, resolve medir seu peso, subindo em uma balança comum, nivelada com o solo e calibrada para apresentar valores em quilogramas. O que esse alpinista deve levar em consideração para chegar a correta resposta pretendida.
- a) A aceleração da gravidade local
 - b) Inclinar a balança com a horizontal para um ângulo de 45°
 - c) A aceleração da gravidade no nível do mar correspondente a aproximadamente $9,8 \text{ m/s}^2$
 - d) Nada, pois o valor mostrado pela balança já satisfaz o que se deseja.
- 8) (PUC-MG) Um astronauta na Lua quer medir a massa e o peso de uma pedra. Para isso ele realiza as seguintes experiências:



- I – Para medir a massa, ele utiliza uma balança de braços iguais, colocando em um dos pratos a pedra e, no outro, massas de valor conhecido, até obter o equilíbrio da balança.

II – Para medir o peso, ele utiliza um dinamômetro na vertical, pendurando a pedra na extremidade e lendo seu peso na escala do aparelho.

III – Para medir a massa, ele deixa a pedra cair de certa altura e mede o tempo de queda, comparando-o com o tempo de queda de um objeto de massa conhecida, solto da mesma altura; a relação entre os tempos é igual à relação entre as massas.

IV – Para medir o peso da pedra, o astronauta a prende na ponta de um fio que passa por uma roldana fixa vertical; na outra ponta do fio, ele pendura objetos de peso conhecido na Terra, um de cada vez, até que consiga o equilíbrio, isto é, até que a roldana pare de girar.

As experiências CORRETAS são:

- I e II apenas.
- I, II e IV, apenas.
- I, II e III, apenas.
- I, II, III e IV.

9) Use a imaginação (e a sua Massa) para te transportar pros diferentes planetas do nosso sistema solar e descobrir o seu Peso em cada um deles.

| PLANETA | ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE | PESO | MASSA |
|----------|-------------------------|------|-------|
| Mercúrio | 3,7 | | |
| Netuno | 11,1 | | |
| Júpiter | 24,8 | | |
| Vênus | 8,9 | | |
| Marte | 3,7 | | |
| Urano | 8,7 | | |
| Plutão | 0,6 | | |

10) (FUVEST) Um jogador de basquete arremessa uma bola B em direção à cesta. A figura 1, a seguir, representa a trajetória da bola e sua velocidade v num certo instante. Desprezando os efeitos do ar, as forças que agem sobre a bola, nesse instante, podem ser representadas por:

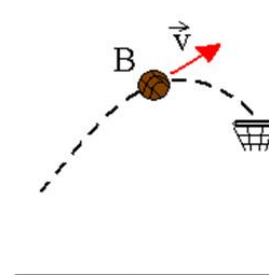
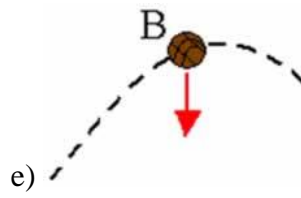
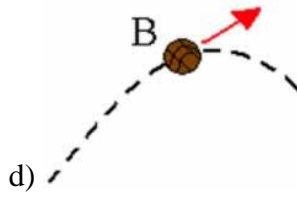
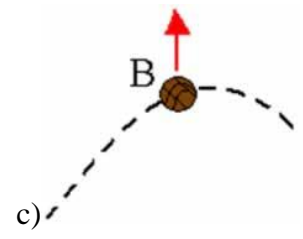
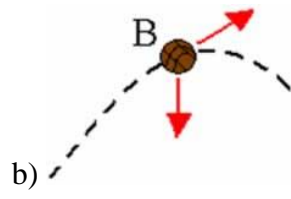
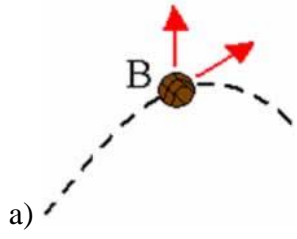


Figura 1: Bola sendo arremessada em direção à cesta



Apêndice D

ENTREVISTA PARA O PROFESSOR QUANTO A SUA FORMAÇÃO PROFISSIONAL E PERSPECTIVA PESSOAL DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

- 1) Há quantos anos trabalha como professor de Física?
- 2) Dos anos de trabalho como professor de Física, quantos como licenciado?
- 3) Você possui algum curso de especialização?
- 4) Quais as principais dificuldades enfrentadas no trabalho com estudantes de Física no Ensino Médio?
- 5) Quais os materiais didáticos ou recursos didáticos empregados durante as suas aulas de física?
- 6) Quais as principais dificuldades que apresentam seus estudantes para aprendizagem da física?
- 7) Como você avalia a aprendizagem dos seus estudantes na formação de conceitos científicos?
- 8) Em sua opinião qual a importância do planejamento didático?
- 9) Conhece o que é uma Sequência Didática? Se sim, explique brevemente qual a sua definição para o termo.
- 10) Você acha que aprendizagem de conceitos científicos acontece simultaneamente em todos os alunos?
- 11) Em relação com o enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) qual a importância para a formação cidadã dos estudantes?

- 12) O que você acha de trabalhar tipos de abordagens que realizassem debates usando questões socialmente polêmicas de cunho científico dentro de uma sala de aula?
- 13) A Teoria dos Campos Conceituais é uma teoria atual e tem como base a conceitualização por isso esta pesquisa acredita que ela pode contribuir para o Processo de Ensino e Aprendizagem da Física a partir de uma Sequencia Didática. Fale sua perspectiva do que se pode esperar da sua turma ao se realizar com eles uma metodologia que leva em consideração a formação de conceitos científicos?

Apêndice E**ENQUETE AVALIATIVA AO PROFESSOR COLABORADOR QUANTO A RECEPÇÃO DOS ELEMENTOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.**

- 1) Em sua opinião aprender conceitos científicos acontecem de uma maneira fácil?
 Sim Não Sem resposta

- 2) Quais as principais dificuldades que seus alunos para formar um conceito científico?
 A didática utilizada.
 O desinteresse do estudante.
 Reconhecer uma aplicação das aulas de Física em seu cotidiano.
 Sem resposta.

- 3) Pratica debates com a sua turma com a intenção de aprendizagem?
 Sim Não Sem resposta

- 4) Comenta sobre notícias da atualidade com os estudantes, através de mídias como pesquisas, jornais, revistas científicas e outras mais?
 Sim Não Sem resposta

- 5) Gostaria de trabalhar uma metodologia baseada em abordagens de Questões Sociocientíficas (QSCs) para formação de conceitos da Física?
 Sim Não Sem resposta

- 6) Costuma executar experimentos de Física, em sala de aula ou fora dela, com intenção de aprendizado para os estudantes?
 Sim Não Sem resposta

- 7) Gostaria de conhecer a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, com a intenção de melhoria do ensino da sua matéria?
 Sim Não Sem resposta

Apêndice F

ENTREVISTA AO PROFESSOR QUANTO A DEVOLUTIVA OU RETORNO (FEED BACK) DA PESQUISA

- 1) Em sua opinião, qual a relevância desta pesquisa para o Processo de Ensino e Aprendizagem das aulas de Física da sua turma?
- 2) Analisando os resultados do pré-teste em comparação com o pós-teste, a que se devem os resultados relevantes desta avaliação nos estudantes nesta pesquisa?
- 3) Na sua perspectiva, qual ou quais os critérios que se deve ter em conta para a elaboração de uma Sequência Didática?
- 4) Os comportamentos de entusiasmo da turma, em conjunto com outros mais que a mesma apresentou durante a aplicação da metodologia, em sua opinião, seria o suficiente para aplicar esta em outros temas da Física?
- 5) Qual a dificuldade que você encontrou ao colaborar com esta pesquisa?
- 6) Aponte um ponto positivo e um ponto negativo desta pesquisa.

Apêndice G**TABELA DE FREQUENCIA DE REGISTRO DE DADOS DOS ESTUDANTES**

| Estudante | Data | Observação |
|-----------|------|------------|
| E1 | | |
| E2 | | |
| E3 | | |
| E4 | | |
| E5 | | |
| E6 | | |
| E7 | | |
| E8 | | |
| E9 | | |
| E10 | | |
| E11 | | |
| E12 | | |
| E13 | | |
| E14 | | |
| E15 | | |
| E16 | | |
| E17 | | |
| E18 | | |
| E19 | | |
| E20 | | |
| E21 | | |
| E22 | | |
| E23 | | |
| E24 | | |
| E25 | | |
| E26 | | |
| E27 | | |
| E28 | | |
| E29 | | |
| E30 | | |
| E31 | | |
| E32 | | |
| E33 | | |
| E34 | | |
| E35 | | |
| E36 | | |
| E37 | | |
| E38 | | |

Anexo

Anexo A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisa: Abordagem das Questões Sociocientíficas (QSCs): estudo de implementação no Processo de Ensino e Aprendizagem da Física no Ensino Médio.

Orientador: Dr. Yuri Expósito Nicot

1. Natureza da pesquisa: Você é convidado a participar desta pesquisa, que tem como finalidade investigar o Processo de Ensino e Aprendizagem da Física através do uso de abordagens de Questões Sociocientíficas em uma Sequência Didática sistemática.
2. Participantes da pesquisa: 38 Alunos do 2º ano do Ensino Médio e 01 professor de Física da Escola Estadual Sólon de Lucena da Cidade de Manaus.
3. Envolvimento na pesquisa: Ao participar deste estudo, você deve permitir que um membro do grupo de pesquisa o entreviste e/ou aplique questionários e/ou enquetes. Tais ações de pesquisas serão previamente determinadas e podem ser feitas no ginásio da escola, no auditório, em sala de aula ou sala dos professores. Você tem a liberdade de se recusar a participar e pode, ainda, se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para você. No entanto, solicitamos sua colaboração em completar o roteiro de perguntas que lhe é solicitado, garantindo assim o melhor resultado para a pesquisa. Sempre que quiser, você pode entrar em contato com o Professor orientador Dr. Yuri Expósito Nicot através do telefone (92) 981789317.
4. Sobre a entrevista (somente com o professor): A entrevista será gravada e marcada com antecedência. Será pedido que você forneça algumas informações básicas e que responda a um roteiro de perguntas simples sobre o tema da pesquisa, sua perspectiva de seus alunos e do Processo de Ensino e Aprendizagem da Física contemporânea.
5. Riscos e desconforto: A participação nesta pesquisa não traz complicações legais, talvez, apenas, a lembrança de alguns eventos diante da temática que será abordada, “a ameaça dos meteoros”. Os procedimentos utilizados nesta pesquisa obedecem aos Critérios de Ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme a Resolução n. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos utilizados oferece riscos à sua dignidade.
6. Confidencialidade: Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. As gravações e os relatos de pesquisa serão identificados com um código e número com o seu nome. Apenas os membros

da equipe de pesquisa, pesquisador e orientador, terão conhecimento dos dados.

7. Benefícios: Ao participar desta pesquisa, fora a possibilidade de formar conceitos científicos significativos, você não deverá ter nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo traga informações importantes para a melhoria do processo de Ensino e Aprendizagem da Física contemporânea e, ao final da pesquisa, nos dispomos a dar uma palestra sobre o assunto.
8. Pagamento: Você não terá nenhum tipo de despesa por participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto, preencha os itens que seguem:

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu interesse em participar da pesquisa.

Nome do participante da pesquisa: _____

Assinatura do participante da pesquisa ou
Responsável (caso o participante for menor de idade)

Local _____ Data ____/____/____

Yuri Expósito Nicot - Professor orientador

Anexo B

TERMO DE CONCORDÂNCIA INSTITUCIONAL

Estamos realizando uma pesquisa que tem como finalidade investigar o Processo de Ensino e Aprendizagem da Física através do uso de abordagens de Questões Sociocientíficas em uma Sequência Didática sistemática. Tal estudo prevê a participação de estudantes e professor de uma turma do 1º ano do Ensino Médio. Para tanto solicitamos autorização para realizar este estudo, nessa escola. Também será encaminhado um Termo de Consentimento aos professores e estudantes, para que apresentem sua concordância em relação à participação dos mesmos no estudo.

A coleta de dados deverá envolver a realização de entrevista, questionários, enquetes e observação dos comportamentos dos estudantes durante a aplicação metodológica. Os instrumentos serão aplicados individualmente durante o horário escolar ou fora dele, evitando-se prejuízo às suas atividades escolares.

Os estudantes e professor serão claramente informados de que sua contribuição é voluntária e pode ser interrompida em qualquer etapa, sem nenhum prejuízo. A qualquer momento, tanto os participantes como os responsáveis pela Instituição poderão solicitar informações sobre os procedimentos ou outros assuntos relacionados a este estudo. Todos os cuidados serão tomados para garantir o sigilo e a confidencialidade das informações, preservando a identidade dos participantes bem como da instituição envolvida. Todo o material desta pesquisa ficará sob responsabilidade do pesquisador na Faculdade de Ciências Exatas – ICE, localizada na Universidade Federal do Amazonas - UFAM e após conclusão da pesquisa será destruído. Dados individuais dos participantes coletados no processo de pesquisa não serão informados à instituição envolvida, salvo esta solicite, mas deverá ser realizada uma devolução dos resultados, de forma coletiva, para a escola. A participação nesta pesquisa não traz complicações legais, talvez, apenas, a lembrança de alguns eventos diante da temática que será abordada. Os procedimentos nesta pesquisa obedecem aos Critérios de Ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução n. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Através deste trabalho, esperamos contribuir para o Processo de Ensino e Aprendizagem da Física e, conseqüentemente, desta escola, através de uma contribuição na formação social e conceitos científicos dos estudantes.

Agradecemos a colaboração dessa Escola para a realização desta atividade de pesquisa e colocamo-nos a disposição para esclarecimentos adicionais. O pesquisador responsável por esta pesquisa é o aluno Alberdan Eupídio Magalhães da Silva a supervisão e Orientação do Professor Dr. Yuri Expósito Nicot, do Curso de Física da Faculdade de Ciências Exatas (ICE) na Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Caso queiram contatar com o pesquisador ou Orientador, isto poderá ser feito pelos telefones 98123-7794 (pesquisador) e 98178-9317.

Data: ___/___/___

Yuri Expósito Nicot - Professor orientador

Concordamos que os alunos e o professor de Física, que estudam e leciona nesta escola, participem do presente estudo.

Data ___/___/___

Responsável pela Instituição