

Universidade Federal de Goiás
Programa de Mestrado em Educação em Ciências e
Matemática

Leonardo Santiago Lima Marengão

Os Três Momentos Pedagógicos e a
elaboração de problemas de Física pelos
estudantes

Goiânia – GO
2012

LEONARDO SANTIAGO LIMA MARENGÃO

Os Três Momentos Pedagógicos e a elaboração de problemas de Física pelos estudantes

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás – UFG, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Celso Ferrari

Goiânia – GO
2012

À minha avó Luiza (em memória)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente me ajudaram com este trabalho, mas especialmente:

À minha esposa, Débora, que sempre se mostrou disposta a ler e reler os meus textos me ajudando com a redação dos mesmos além de ser paciente em fazer as transcrições das entrevistas.

Ao meu orientador, prof. Dr. Paulo Celso Ferrari, que ao longo desses três anos sempre foi paciente ao me receber, inclusive em sua própria casa, além de ser totalmente solícito atendendo as minhas ligações à noite ou aos finais de semana.

Aos demais membros da banca de qualificação, prof. Dr. Juan Bernardino Marques Barrio e prof^a. Dr^a. Simoni Tormohlen Gehlen que em muito colaboraram com a edição final deste trabalho por meio de sugestões durante a qualificação.

A meus pais e amigos que foram compreensivos nas diversas ocasiões em que eu não pude estar presente, dedicado à realização deste trabalho.

“Comece devagar, porque a direção é mais importante que a velocidade.”

(Clarice Lispector)

RESUMO

Nesta pesquisa investigamos a possibilidade de os estudantes identificarem problemas de Física em seu cotidiano após terem aulas de Mecânica segundo o processo de problematização dialógica, por meio dos Três Momentos Pedagógicos. A pesquisa foi realizada com estudantes do período noturno do curso Técnico em Transporte de Cargas, na modalidade PROEJA do Instituto Federal de Goiás – Campus Anápolis. A coleta de dados ocorreu em duas etapas: primeiramente foram aplicados a todos os estudantes questionários constituídos de perguntas abertas e, posteriormente foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com alguns desses estudantes. Ao longo do desenvolvimento das etapas dos Três Momentos Pedagógicos propusemos os estudantes elaborassem problemas de Física. A interpretação das respostas aos questionários e das transcrições das entrevistas através da Análise de Conteúdo sugere que o desenvolvimento dos Três Momentos Pedagógicos, com a elaboração de problemas pelos próprios estudantes, permite que haja uma relativa apropriação de tais problemas pelos mesmos, o que os auxilia a desenvolver uma percepção da presença da Física em situações do seu cotidiano, ainda que eles demonstrem dificuldades conceituais. A postura dialógica do professor bem como a participação ativa dos estudantes ao longo do processo também foram características fundamentais para que os estudantes conseguissem construir problemas de Física fora do ambiente escolar.

Palavras-chave: Problematização; Três Momentos Pedagógicos; Ensino de Física;

ABSTRACT

In this study we investigated the possibility of students identify problems in physics in their daily lives after they have classes of Mechanics under the dialogical process of questioning, through the Three Pedagogical Moments. The survey was conducted with students of the night course of Technician Cargo Transportation, in the form PROEJA from Federal Institute of Goiás - Anápolis Campus. Data collection occurred in two stages: first were applied to all students' questionnaires consisting of open questions and then were held semi-structured interviews with some of these students. Throughout the development stages of the Three Moments students draw up proposed Pedagogical problems in physics. The interpretation of the questionnaire responses and interview transcripts through the content analysis suggests that the development of the Three Pedagogical Moments with the development of problems by the students, allows for a relative ownership of such problems by themselves, which helps them develop an awareness of the presence of physics in situations of everyday life, yet they demonstrate conceptual difficulties. The dialogical approach the teacher and the students' active participation throughout the process were also key features to which students were able to build physics problems outside the school environment.

Keywords: Problem-posing, Pedagogical Three Moments, Teaching of Physics;

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Problemas propostos pelos estudantes no momento da problematização inicial	39
Quadro 2 – Primeiro Questionário	39
Quadro 3 – Segundo Questionário	40
Quadro 4 – Terceiro Questionário	42
Quadro 5 – Quarto Questionário	43
Quadro 6 – Quinto Questionário	43
Quadro 7 – Roteiro para as entrevistas	45
Quadro 8 – Resumo das atividades desenvolvidas	46

SUMÁRIO

Introdução	11
1 Problema e Problematização no Ensino de Ciências/Física	14
1.1. Problemas no Ensino de Física	14
1.1.1 Problemas fechados	15
1.1.2 Problemas abertos	16
1.1.3 Problemas exemplares	18
1.1.4 Problemas como seleção de conceitos	21
1.2. Problematização no Ensino de Ciências	23
1.2.1. Dimensão epistemológica da problematização	23
1.2.2. Dimensão pedagógica da problematização	25
1.2.3. Problematização na proposta freireana	26
1.2.4. Os Três Momentos Pedagógicos	28
2 Caracterização e Detalhamento da Pesquisa	31
2.1. Contexto e Perfil dos participantes	31
2.2. A construção dos dados	32
2.2.1 Questionários	33
2.2.2 Entrevistas	34
2.3. Instrumento de análise	35
2.4. Desenvolvimento da pesquisa	37
2.4.1 Problematização Inicial	37
2.4.2 Organização do Conhecimento	40
2.4.3 Aplicação do Conhecimento	43
3 Análise dos dados da pesquisa	47
3.1. Avaliação da Problematização Inicial	47
3.1.1 Postura do professor	48
3.1.2 Aspectos da realidade dos estudantes	48
3.1.3 Curiosidade Epistemológica	50

3.2. Seleção dos entrevistados	51
3.3. Análise das entrevistas	52
3.3.1. Papel do professor	52
3.3.2. Participação dos estudantes	54
3.3.3. Elaboração de problemas pelos estudantes	55
3.3.4. Percepção da Física no cotidiano	56
3.3.5. Limitações conceituais	58
3.3.6. Dificuldades de aprendizado	59
Considerações Finais	61
Referências Bibliográficas	64
Lista de Anexos	67
Anexos	68

INTRODUÇÃO

Todos devem se lembrar das gigantescas listas de exercícios que existem nos finais dos capítulos dos livros didáticos de Física e das várias aulas de resolução de problemas ministradas pelos professores, o que mostra que o ensino e aprendizagem em Física na maioria das vezes envolvem a utilização de problemas durante grande parte do tempo.

O nível de aprendizagem em Física também costuma ser avaliado pelo sucesso na resolução de problemas de lápis e papel. Estudantes que são capazes de resolver os problemas propostos nas avaliações são considerados “bons alunos” enquanto aqueles que não obtêm as respostas corretas para as questões são tidos como fracassados.

Os professores poderiam buscar a motivação dos estudantes pela aprendizagem da Física com justificativas mais relevantes do que as já saturadas “vai cair na prova” ou “cai no vestibular”. Deste modo, tornam-se necessárias estratégias de ensino que realmente aproximem os estudantes dos problemas da Física ou que considerem problemas que estejam relacionados com o seu universo cultural.

Para tanto é importante que se leve em consideração qual a verdadeira relevância, na concepção dos estudantes, que há nos problemas propostos nas aulas de Física. Na maioria das vezes os problemas já são apresentados prontos aos estudantes; não são frutos das indagações cotidianas dos mesmos. Será que estas questões realmente se apresentam como problemas que os estudantes precisam resolver? Os problemas de final de capítulo são, na verdade, problemas de quem? Os estudantes poderiam formular seus próprios problemas?

Na tentativa de responder às questões acima desenvolvemos esta pesquisa segundo duas abordagens. Inicialmente colocamos nosso foco na questão da resolução de problemas como atividade de ensino de Física. Nesse quesito procuramos analisar alguns dos diferentes enfoques que existem a respeito da

Resolução de Problemas como processo de aprendizagem de Física. Os trabalhos de Zylbersztajn (1991), Gil et al. (1992), Echeverría e Pozo (1994), Polya (1995) e Peduzzi (2005) foram alguns dos referenciais teóricos abordados nessa perspectiva.

Posteriormente levamos em consideração o fato de que os problemas são o passo inicial para a aprendizagem de Física; aí então passamos a nos preocupar com a questão da problematização. Nessa análise consideramos que é através de problemas para os quais o estudante não possui respostas que poderemos auxiliá-lo na busca de novos conhecimentos científicos, através dos quais ele conseguirá obter tais respostas. Segundo esta abordagem os textos de Angotti (1982 e 1991) e Delizoicov (2001) foram alguns dos principais referenciais teóricos nos quais nos baseamos.

Por fim, voltamos nossa atenção para a possibilidade de os estudantes formularem seus próprios problemas ao longo de todo o processo dos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002) e de que por meio destes problemas os estudantes pudessem desenvolver a habilidade de formular problemas de Física no seu cotidiano.

Os objetivos desta pesquisa estão relacionados à investigação a respeito da função dos problemas no Ensino de Física segundo dois aspectos: o primeiro está focado nas pesquisas sobre a função do problema como ferramenta de aprendizagem. O segundo aspecto trata-se de uma discussão sobre o enfoque que considera o problema como sendo a gênese do conhecimento e por isso o introduz anteriormente à teoria, por meio da *problematização*.

Ao longo do desenvolvimento desta pesquisa foram aplicados questionários que buscavam avaliar quais as percepções dos estudantes a respeito da utilização dos Três Momentos Pedagógicos, além de avaliar a apropriação de conceitos físicos através da atividade de formulação de problemas pelos estudantes.

Também foram realizadas entrevistas semi-estruturadas, com as quais buscamos identificar: quais impressões ficaram na memória do estudante após a problematização inicial; se os problemas levantados permaneceram como preocupação do estudante após o encerramento da disciplina; se houve o fechamento da proposta com a resolução dos problemas levantados na problematização inicial; se ficou claro que o conteúdo desenvolvido só respondia a

algumas das questões levantadas; até que ponto o estudante se apropriou dos próprios problemas; qual o efeito da atividade de elaboração de problemas na proposta dos Três Momentos Pedagógicos e a sua repercussão fora do ambiente de sala de aula.

Assim, o principal objetivo da pesquisa é avaliar em que sentido, ou até que ponto, os participantes da nossa intervenção se apropriaram da construção de problemas de Física, passando a perceber a presença dos mesmos em situações do seu cotidiano.

No primeiro capítulo desta pesquisa são discutidos esses dois aspectos: os problemas como recurso de aprendizagem e os problemas do ponto de vista da problematização. Nele fazemos um levantamento dos aspectos relativos à resolução de problemas como atividade ensino para a aprendizagem de Física e também da problematização como uma abordagem do conteúdo de Física, a exemplo dos Três Momentos Pedagógicos.

No segundo capítulo fazemos uma caracterização do perfil dos estudantes que participaram da pesquisa, discutimos as considerações teóricas de aspectos relacionados a ela, tais como: o uso de questionários, entrevistas e a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Ao final, apresentamos uma descrição das atividades desenvolvidas durante a pesquisa com um detalhamento a respeito de como o problemas estiveram presentes ao longo de todo o processo dos Três Momentos Pedagógicos.

No terceiro capítulo analisamos os resultados obtidos pelas respostas dos questionários aplicados e as transcrições das entrevistas semi-estruturadas que foram realizadas.

CAPÍTULO 1: PROBLEMA E PROBLEMATIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS/FÍSICA

A resolução de problemas, enquanto recurso de aprendizagem tem sido investigada pelos educadores há várias décadas, liderados principalmente pelos educadores matemáticos, como Polya (1995). Considerados como “fixadores de conteúdo”, os problemas têm sido estudados sob diferentes aspectos, que envolvem desde a sua função psicológica, enquanto recurso de aprendizagem, até sua dimensão epistemológica, que se reflete na própria organização curricular.

Neste capítulo, nos limitaremos a duas abordagens, que dizem respeito a diferentes funções atribuídas aos problemas no ensino de Física. A primeira está focada nas pesquisas sobre o entendimento do problema como ferramenta de aprendizagem, atividade proposta após a introdução da teoria científica.

Numa segunda abordagem discutiremos as pesquisas que consideram o problema como sendo a gênese do conhecimento e por isso introduzem-no anteriormente à teoria, por meio da *problematização*, como condição de acesso ao conteúdo previamente planejado ou como definidor dos conteúdos programáticos quando os problemas são compartilhados com a comunidade escolar, influenciando na própria organização curricular.

1.1 Problemas no Ensino de Física

A pesquisa sobre a resolução de problemas no ensino vem sendo desenvolvida há pelo menos quatro décadas. Tratando sobre a resolução de problemas de Matemática, Polya (1995) chegou a desenvolver etapas de organização geral que partem da seguinte consideração:

[...] resolver um problema consiste em encontrar um caminho previamente não conhecido, encontrar uma saída para uma situação difícil, para vencer um obstáculo, para alcançar um objetivo desejado que não possa ser imediatamente alcançado por meios adequados. (POLYA, 1995, p. 18).

Uma questão que podemos destacar é o fato de o estudante não ser bem sucedido na resolução de problemas de lápis e papel não necessariamente indica uma incompreensão do conteúdo trabalhado, porque as dificuldades encontradas por ele também estão relacionadas ao domínio de outros conhecimentos e à sua experiência em resolver problemas.

Particularmente na área de ensino da física, objeto das considerações deste trabalho, o que se verifica é que o professor, ao exemplificar a resolução de problemas, promove uma resolução linear, explicando a situação em questão 'como algo cuja solução se conhece e que não gera dúvidas nem exige tentativas'. Ou seja, ele trata os problemas como ilustrativos, como exercícios de aplicação da teoria e não como verdadeiros problemas, que é o que eles representam para o aluno. (PEDUZZI 1997, p. 230)

Não basta que o professor resolva alguns problemas em sala de aula a título de exemplos para que o estudante fique capacitado a resolver outros sozinho. Para que a atividade de resolução de problemas tenha êxito se faz necessário que os professores compreendam melhor o que são problemas para o estudantes e como eles os encaram. Deste modo, é interessante que os professores procurem fazer o melhor uso possível da resolução de problemas em suas aulas, lembrando-se sempre que o ensino e as avaliações em Física também requerem a utilização de outras atividades.

1.1.1 – Problemas fechados

A resolução de problemas é uma atividade que possui uma abrangência bastante extensa, desenvolvida não apenas por estudantes e professores, mas também pelas pessoas em geral. Pode-se afirmar que um problema para uma pessoa é uma situação que ela não consegue resolver de uma forma automática, ou seja, é necessário que ela reflita a respeito de qual é a sequência de etapas que irá seguir, como é abordado por Echeverría e Pozo (1994).

Um fato a ser destacado, de acordo com a definição acima, é que o conceito do que vem a ser um problema pode apresentar variações. Uma determinada situação pode, ao mesmo tempo, se apresentar como um problema para uma pessoa e para outra não.

Nas atividades escolares nos deparamos com problemas e exercícios. Pode-se dizer que um exercício é resolvido de forma imediata, automática, enquanto um problema requer reflexão e tomada de decisões. De todo modo, o nível de dificuldade na tomada de decisões depende da pessoa que está resolvendo a situação proposta. *Assim enquanto uma determinada situação pode representar um problema genuíno para uma pessoa, para outra ela pode se constituir em um mero exercício.* (PEDUZZI, 1997, p. 230)

A resolução de exercícios e de problemas tem seu papel no ensino de Física, sendo parte da atividade dos professores e dos estudantes. A resolução de exercícios ajuda os estudantes a desenvolverem habilidades cognitivas e faz com que eles se familiarizem com a linguagem e a terminologia específicas utilizadas naquela área enquanto a resolução de problemas pode colaborar com a melhora na organização do raciocínio dos estudantes além de ajudá-los a desenvolverem habilidades como leitura e interpretação de texto.

1.1.2 – Problemas abertos

A resolução de problemas fechados é uma ferramenta importante no ensino de Física mas, outras perspectivas, como a de Gil et al. (1992), defendem que para um melhor aproveitamento do potencial da atividade de resolução de problemas seria importante que os professores promovessem inicialmente uma discussão qualitativa a respeito da situação física envolvida na questão, destacando aspectos nos quais ela aborda o conteúdo que está sendo estudado e levantando hipóteses sobre quais seriam as possíveis respostas que se espera para o problema.

Os autores alertam que, a autêntica resolução de problemas permite que o solucionador construa hipóteses e formule estratégias de resolução a partir dos conhecimentos teóricos que possui. Em seguida, prosseguir-se-ia com a resolução propriamente dita, fazendo uma cuidadosa análise do resultado obtido em termos

de sua viabilidade física em relação à situação proposta. Como indicam esses autores:

Antes que o físico comece a calcular deve ter em seu cérebro o curso dos raciocínios. Estes últimos, na maioria dos casos, podem ser expostos com palavras sensíveis. Os cálculos e as fórmulas constituem o passo seguinte. (GIL et al., 1992, p. 9).

A resolução de um grande número de problemas sem que haja uma discussão mais aprofundada do conteúdo envolvido pode levar os estudantes a um “operativismo abstrato” que contribui pouco com a aprendizagem de física. Tratando desse tema, Peduzzi (2005) lembra que:

Mesmo quando o estudante entende o que faz, o impacto da solução bem sucedida sobre a sua estrutura cognitiva é bastante limitado. Sem, por exemplo, dispor de uma relação de dependência da grandeza incógnita com as outras grandezas do problema, ele não pode fazer uma análise mais aprofundada da resposta e nem examinar casos particulares da situação tratada. Assim, não tendo, aparentemente, mais nada a fazer, o solucionador passa para o próximo problema, sem levantar outras questões a respeito da situação tratada. (PEDUZZI, 2005, p. 103 e 104).

Ao resolver muitos problemas sem analisar o significado das respostas obtidas com base no conteúdo teórico que está sendo estudado corre-se o risco de serem consolidadas ainda mais algumas visões errôneas típicas do senso comum. No estudo da cinemática, por exemplo, costuma-se resolver uma infinidade de questões adotando-se a origem dos espaços no ponto de partida do móvel e o sentido positivo da trajetória coincidindo com o sentido do movimento. Adotando-se esta estratégia, as posições ocupadas pelo móvel, seus deslocamentos e as distâncias percorridas coincidem. A utilização repetitiva deste tipo de problema pode contribuir para que os estudantes ignorem as diferenças existentes entre os conceitos de posição, deslocamento e distância percorrida, além de não enfatizar o caráter relativo de todo movimento, bem como a importância de se estar atento ao referencial adotado.

Uma proposta de trabalho que visa que seja evitado o “operativismo abstrato” é a utilização dos problemas abertos, sugerida por Gil et al. (1992), que defendem que com a utilização de “problemas abertos” pode-se promover uma discussão conceitual mais aprofundada dos conceitos físicos envolvidos na questão, além do fato de que é possível que os estudantes se sintam mais atraídos

para o estudo do problema ao perceberem que a situação proposta está próxima da realidade de seu cotidiano.

Esses autores sugerem que tais problemas sejam resolvidos pelos estudantes em atividades em grupo, estimulando a colaboração e a troca de experiências entre eles. Argumentam que a abordagem qualitativa de fenômenos também pode fornecer mostras do nível de compreensão dos conteúdos físicos.

Quando a aprendizagem da Física é avaliada apenas mediante a resolução de problemas numéricos corre-se o risco de se obter resultados inconsistentes com o real nível de compreensão do conteúdo. A abordagem estritamente matemática que, muitas vezes, é utilizada no ensino de Física pode relegar a segundo plano a compreensão de seus conceitos.

O Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), constituído por pesquisadores da área de Ensino de Física elaborou uma coleção de livros, dividida em três volumes, que se destina a professores de Física. Em uma citação do volume 1 da referida obra, os autores defendem que

A Física, instrumento para a compreensão do mundo em que vivemos, possui também uma beleza conceitual ou teórica, que por si só poderia tornar seu aprendizado agradável. Esta beleza, no entanto, é comprometida pelos tropeços num instrumental matemático com o qual a Física é frequentemente confundida, pois os alunos têm sido expostos ao aparato matemático-formal, antes mesmo de terem compreendido os conceitos a que tal aparato deveria corresponder. (GREF, 1993, p.15 e 16).

Não podemos nos esquecer, entretanto, que a Física é uma ciência que necessita da matemática para ser plenamente compreendida. Assim, uma abordagem da Física que omita os elementos matemáticos relacionados é incompleta.

1.1.3 – Problemas exemplares

Em sua obra “A estrutura das revoluções científicas” (1975) Thomas Kuhn faz uma abordagem histórica da ciência na qual ele compara o trabalho do cientista à resolução de um quebra-cabeças. Segundo ele:

O papel das relações de similaridade adquiridas revela-se claramente também na história da ciência. Os cientistas resolvem quebra-cabeças modelando-os de acordo com soluções anteriores, frequentemente com recursos mínimos a generalizações simbólicas. (KUHN, 1975, p. 235)

Zylbersztajn (1991), ao analisar a teoria de Kuhn explica que

O autor delinea a evolução de uma ciência madura como uma sequência de períodos de “ciência normal”, interrompidos por “revoluções científicas”. Os períodos de ciência normal são caracterizados pela adesão de uma comunidade de pesquisadores a um “paradigma”; são períodos de continuidade, aos quais a idéia de desenvolvimento acumulativo pode ser aplicada. As revoluções científicas, por sua vez, constituem-se em episódios extraordinários marcados por uma ruptura com o paradigma dominante. (ZYLBERSZTAJN, 1991, p. 17)

De acordo com este autor, a resolução de problemas é uma atividade extremamente importante para o aprendizado científico pois a aprendizagem do próprio conteúdo (teoria) também se desenvolve enquanto o estudante resolve problemas. Ao resolver problemas o estudante se familiariza com a teoria de modo que novos problemas passarão a ser vistos como situações similares àquelas já resolvidas. Segundo ele:

Ao resolver os problemas “exemplares”, ou seja paradigmáticos, o aluno aprende um processo através do qual novos problemas são vistos como casos análogos àqueles já encontrados previamente. (ZYLBERSZTAJN, 1991, p. 18)

A abordagem de Kuhn descreve uma evolução histórica da ciência através da alternância de dois períodos distintos os quais ele chamou de “Ciência Normal” e “Revoluções Científicas”. De acordo com essa perspectiva, a resolução de problemas “exemplares” equivale aos períodos de ciência normal, de modo que

Este processo de modelar a solução de novos problemas segundo aqueles previamente encontrados é uma característica importante da pesquisa científica normal. Através da aprendizagem do conhecimento incorporado nos exemplos compartilhados, que fazem parte do paradigma dominante, o cientista individual desenvolve um modo de ver um grupo de fenômenos que é próprio da comunidade à qual ele pertence. Em geral, esta aprendizagem ocorre de uma forma tácita e não através de regras explícitas. (ZYLBERSZTAJN, 1991, p. 18)

Portanto, segundo Zylbersztajn (1991), a resolução de problemas “exemplares” tem um papel de grande importância no ensino de Física pois através de tais problemas pode-se permitir que os estudantes sejam inseridos na linguagem científica.

Em muitos casos, entretanto, a própria atividade de trabalhar os problemas exemplares é mal utilizada pelos professores, que deixam de explorar todo o seu potencial didático, valorizando mais a resolução de um número grande de modelos repetitivos do que uma possível discussão do conteúdo explorado pelos mesmos. Dessa forma, os estudantes são levados a pensar que o aprendizado da Física é centrado somente na repetição de modelos prontos.

Segundo Costa e Moreira (1997)

[...] parece que há um consenso que a atividade docente em R.P. deve ser repensada a fim de proporcionar uma participação maior do aluno desde a proposição do problema até a sua solução, enfatizando processos que estimulem o uso do conhecimento conceitual e do procedimental; no combate às concepções intuitivas são recomendados mais tempo do que geralmente se gasta para trabalhar estes conceitos e uma abordagem mais profunda que ao mesmo tempo promova retomada frequente dos mesmos, no sentido de realimentá-los e reavaliá-los [...] (COSTA e MOREIRA, 1997, p. 9).

Este tipo de interpretação faz com que os estudantes não se sintam interessados pela aprendizagem da Física, pois lhes parece que nela tudo já está pronto, acabado. A própria definição do que vem a ser resolver um problema pode ser colocada em xeque quando se utiliza essa postura de ensino.

Se o estudo da Física ficar restrito à resolução de questões sem os devidos questionamentos conceituais e aprofundamento teórico corre-se o risco de que o estudante seja levado a um procedimento denominado Resolução Mecânica (PEDUZZI, 1987), na qual ele confere sua resposta com o gabarito e, se tiver acertado, segue adiante sem grandes indagações. A resolução mecânica é gerada pelo conhecimento centrado em fórmula, no qual o estudante muitas vezes utiliza uma equação e obtém a resposta correta para a questão sem, entretanto, ter compreendido bem a situação física.

Os riscos da resolução mecânica são discutidos por Peduzzi (1987), que questiona o nível de profundidade da aprendizagem quando o estudante soluciona uma dada situação, mas não a compreende bem. Para este autor, o estudante pode muitas vezes encontrar a resposta numérica correta para um determinado problema, mas a compreensão conceitual do mesmo pode ser insuficiente de tal modo que *“ele pode utilizar um tipo de representação com sucesso (por exemplo, uma fórmula), mas ter muita dificuldade com outra forma de representação da mesma situação (um gráfico, por exemplo)”* (PEDUZZI, 1987, p. 17).

A resolução mecânica de problemas pode levar a uma falsa impressão de aprendizado, pois, muitas vezes, o estudante pode obter a resposta correta para um grande número de questões e mesmo assim não mudar suas concepções. Dessa forma, o aprendizado seria superficial, já que os novos conceitos não teriam sido interiorizados, de fato, fazendo com que o estudante encare as situações do cotidiano da mesma forma que fazia antes de ter estudado o conteúdo.

Desse modo, o estudante estaria utilizando os conceitos físicos somente para a resolução dos problemas de “lápiz e papel”, não tendo-os incorporados ao seu corpo de conhecimentos. No intuito de se evitar a resolução mecânica, Peduzzi (1987) sugere que o professor sempre incentive o questionamento das respostas obtidas, procurando enfatizar seu significado de acordo com a conceituação teórica envolvida no problema. A intenção é provocar um confronto do resultado obtido com as concepções espontâneas dos estudantes de modo que haja discordância nas respostas, ou seja, mostrar que há divergências entre o senso comum e o conhecimento científico. Segundo ele, é necessário

Mostrar explicitamente ao aluno que ele possui idéias intuitivas e estabelecer um confronto destas com o resultado de um problema e/ou de uma experiência é importante para que ele comprove que algumas de suas idéias não servem para interpretar determinadas situações. (PEDUZZI, 1987, p. 23)

O autor defende que o confronto das ideias próprias dos estudantes com os resultados dos problemas resolvidos pode fazer com que eles percam a confiança em suas intuições e, assim, incorporem novos conceitos. É importante lembrar que os conceitos intuitivos costumam ser bem organizados internamente, possuindo uma estrutura lógica clara para os estudantes, de modo que não é fácil substituir tais concepções espontâneas por novos esquemas conceituais.

1.1.4 – Problemas como seleção de conceitos

Outra abordagem que é feita a respeito da função dos problemas se baseia na utilização dos mesmos como base para a estruturação dos currículos a serem trabalhados no ensino de ciências (DELIZOICOV, 2008). Segundo essa linha, através da proposição de problemas é que se faz a seleção dos conceitos que

serão desenvolvidos. De acordo com tal abordagem é importante que os conceitos sejam relevantes à compreensão e à resolução dos problemas propostos.

Esta perspectiva embasou a elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2000) que sugerem que os conteúdos sejam organizados de acordo com Temas Transversais e Eixos Temáticos. Gehlen (2009) ao tratar dos PCNs destaca que:

[...] o documento sugere um ensino contextualizado, possibilitando fazer relações entre as diferentes áreas do conhecimento. E uma das formas que permite essas relações também está vinculada à estruturação do conteúdo programático por meio de temas. (GEHLEN, 2009, p. 113)

É importante contextualizar o trabalho de Gehlen (2009), que aborda a função dos problemas ao longo do processo de ensino-aprendizagem de ciências segundo uma perspectiva que analisa as concepções de Paulo Freire e Vygotsky.

Abordagens interdisciplinares do ensino de ciências também podem seguir essa linha. Gehlen (2009), ao tratar deste tema lembra que:

[...] outros estudos centralizam a noção de problema no âmbito da organização curricular, explorando aspectos relativos à interdisciplinaridade. [...] É o problema responsável pelo estabelecimento de vínculos entre as diversas áreas do saber quando, por meio dele, se efetiva a interdisciplinaridade. (GEHLEN, 2009, p. 105)

Estratégias na linha de uma abordagem conceitual interdisciplinar demandam uma programação bem elaborada e articulada entre os diversos conceitos científicos envolvidos na análise de um mesmo problema. Como destaca Gehlen (2009):

Há, portanto, outra compreensão para o papel do problema, uma vez que não se restringe ao processo de defini-lo para abordar apenas um determinado conceito científico. Trata-se da escolha de problemas complexos cuja abordagem exige uma programação que articule vários conceitos científicos. (GEHLEN, 2009, p. 106)

Uma postura docente, que difere do que foi destacado até aqui, encara os problemas como estruturantes curriculares, levantando outra dimensão a respeito da utilização dos mesmos no ensino de Física, que vai além do seu uso como estratégia de ensino. De acordo com esta perspectiva, os problemas têm a função de ser a gênese do conhecimento, ou seja, para resolvê-los é que novos conhecimentos precisam ser apropriados pelos estudantes. Esta perspectiva para o

ensino de ciências, que pressupõe o processo de *problematização*, é discutida no item seguinte.

1.2 Problematização no Ensino de Ciências

De acordo com a abordagem das pesquisas sobre a função do problema no ensino que parte do pressuposto de que é a partir de problemas que a Ciência se constitui e por isso o seu ensino também assim se orienta, os problemas podem ser utilizados em uma linha de estruturação curricular, que está relacionada à proposta dos Temas Geradores, de Freire (2005), que representam problemas de contradições locais em que vivem os sujeitos. Segundo este autor, “o tema gerador não se encontra nos homens isolados da realidade, nem tampouco na realidade separado dos homens. Só pode ser compreendido nas relações homens-mundo” (FREIRE, 2005, p. 98).

Gehlen (2009) ao tratar a respeito do assunto destaca que:

Freire (1987) destacou a importância da dialogicidade, concebendo o diálogo entre educador e educando como o aspecto fundamental para a problematização das contradições sociais vividas pelo educando. Como representação dessas contradições, Freire (1987) propôs a obtenção e desenvolvimento de Temas Geradores em conjunto com os educandos e a realidade em que vivem. (GEHLEN, 2009, p. 122)

De acordo com essa perspectiva de ensino o problema deixa de ser apenas um produto elaborado pelo professor e passa a fazer parte de um processo compartilhado com os estudantes, o processo de “problematização”.

1.2.1 Dimensão epistemológica da problematização

Ao discutir os saberes necessários a uma prática educativa, Freire (2001) identifica uma curiosidade inerente ao estudante que se transforma em “curiosidade epistemológica” à medida que ele analise criticamente a necessidade do conhecimento. Desta forma, os problemas não são “aplicações da teoria”, mas

vão sendo construídos juntamente com a teoria, pois é pela curiosidade de buscar soluções para tais problemas que a teoria irá sendo desenvolvida.

De acordo com Delizoicov (2001), uma abordagem problematizadora tem suas bases epistemológicas apoiadas em Bachelard (1977) segundo o qual sem problemas não há conhecimento científico e em Kuhn (1975), que define as anomalias como problemas que o paradigma vigente não consegue explicar.

Bachelard (1977) destaca que:

Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for que digam na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não houve questão, não pode haver conhecimento científico. Nada é dado. Tudo é construído. (BACHELARD, 1977, p. 148)

Do ponto de vista de Bachelard, *o estudante chega à aula de Física com conhecimentos empíricos já construídos, fruto da sua interação com a vida cotidiana* (DELIZOICOV, 2001, p. 4) e por isso o aprendizado que o mesmo irá receber na escola não se trata apenas de *adquirir uma cultura experimental, mas de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já amontoados pela vida cotidiana* (BACHELARD, 1977, p. 150). Deste modo é tarefa do educador *obter o conhecimento vulgar do educando e não apenas saber que ele existe* (DELIZOICOV, 2001, p. 4).

Já do ponto de vista de Kuhn o desenvolvimentos científico durante os períodos de ciência normal, pode ser comparado à resolução de um quebra-cabeças, *de problemas com soluções dentro de “regras de jogo” tacitamente aceitas pelos membros de comunidade científica* (ZYLBERSZTAJN, 1998, p. 8) enquanto que, nas revoluções científicas, devido à mudança do paradigma vigente as “regras do jogo” são alteradas. Segundo ele:

Ao aprender um paradigma, o cientista adquire ao mesmo tempo uma teoria, métodos e padrões científicos, que usualmente compõem uma mistura inextricável. Por isso, quando os paradigmas mudam, ocorrem alterações significativas nos critérios que determinam a legitimidade, tanto dos problemas, como das soluções propostas (KUHN, 1975, p. 144)

1.2.2 Dimensão pedagógica da problematização

Do ponto de vista da dimensão pedagógica, o ensino de Física em uma perspectiva problematizadora é baseado em Freire (2005), para quem o problema é compreendido como uma condição para aquisição de conhecimento, além de possuir um caráter social de abertura de diálogo com os estudantes, não só para identificar possíveis concepções resistentes, mas também para conscientizá-los da necessidade de apropriação de conhecimentos científicos para o exercício da cidadania. Segundo este autor:

O que se pretende com o diálogo, em qualquer hipótese (seja em torno de um conhecimento científico e técnico, seja de um conhecimento “experencial”), é a problematização do próprio conhecimento em sua indiscutível relação com a realidade concreta na qual se gera e sobre a qual incide, para melhor compreendê-la, explicá-la, transformá-la. (FREIRE, 2005, p. 52).

Freire (2005) ressalta que é necessário um trabalho constante e sistemático relacionado à cultura do estudante por meio do processo de codificação-problematização-descodificação. Para que ocorra a problematização, os problemas precisam realmente fazer sentido para o estudante, sendo necessário trabalhar com situações que se aproximem do seu conjunto de conhecimentos. Assim, é importante que o professor esteja familiarizado com o universo dos estudantes para que, a partir dele, possa problematizar situações que apresentam contradições locais (FREIRE, 2005). As abordagens tradicionais na maioria das vezes levantam questões descontextualizadas com o universo dos estudantes. Segundo Delizoicov (2001):

Parece claro que, por mais importantes que tenham sido os problemas e as perguntas relevantes feitas durante a História da Física e que culminaram com a produção de conhecimentos, o significado desses problemas para um aluno no início do seu aprendizado de Física, no Ensino Médio e mesmo no universitário, a priori, não é o mesmo que para o físico ou o professor de Física. (DELIZOICOV, 2001, p. 5).

Dialogando com os estudantes sobre situações do seu universo cultural, constroem-se problemas que não podem ser respondidos com base em seu conhecimento, tornando-se possível levá-lo a questionar tal conhecimento, instigando-os na busca por novas teorias que melhor expliquem a situação proposta.

Em outros termos: é para problematizar o conhecimento já construído pelo aluno que ele deve ser apreendido pelo professor; para aguçar as contradições e localizar as limitações desse conhecimento, quando cotejado com o conhecimento científico, com a finalidade de propiciar um distanciamento crítico do educando ao se defrontar com o conhecimento que ele já possui e, ao mesmo tempo, propiciar a alternativa de apreensão do conhecimento científico (DELIZOICOV, 2001, p. 4).

Em uma abordagem problematizadora é importante que a dialogicidade ocorra durante todo o tempo, pois é necessário que o professor conheça o universo cultural dos estudantes para não se afastar dele ao longo do processo educativo.

1.2.3 – Problematização na proposta freireana

A proposta de um ensino baseado na problematização requer que haja uma reestruturação dos conteúdos programáticos trabalhados pelo professor, pois é necessário que a abordagem dos temas esteja em sintonia com as situações significativas em que vivem os estudantes. Para que tal proposta seja bem sucedida é necessário que o professor busque levantar as concepções dos estudantes para através delas conseguir gerar a problematização. Porém:

Levar para a sala de aula a realidade que cerca o aluno e discuti-la não será simplesmente motivação para iniciar um determinado tópico do programa; a finalidade é a própria discussão dessa realidade, a sua compreensão e a sua transformação, sendo as informações científicas um meio para tanto. (DELIZOICOV, 1982, p.17).

Além de uma reestruturação dos conteúdos, a própria atividade de ensino usualmente empregada pelos docentes poderia ser revista, de forma que os problemas apresentados não sejam resolvidos apenas como forma de se colocar em prática o conteúdo que fora anteriormente estudado. Em uma abordagem problematizadora, a atividade de ensino segue uma ordem contrária àquela que costuma ser aplicada pelos professores: os problemas antecedem a teoria, pois é pela necessidade de buscar soluções para eles que a teoria será desenvolvida. Deste modo são os:

[...] problemas que devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado pelo professor. É preciso que o problema formulado tenha uma significação para o estudante,

de modo a conscientizá-lo de que a sua solução exige um conhecimento que, para ele, é inédito. (DELIZOICOV, 2001, p. 5).

Para que seja possível a formulação de problemas que estejam presentes no universo cultural dos estudantes e que se relacionem com os conteúdos a serem trabalhados é preciso que se busque os Temas Geradores (FREIRE, 2005), pois através deles se conseguirá construir um conteúdo programático condizente com as contradições locais dos estudantes. Segundo Delizoicov (1982):

O tema gerador, portanto, gerará um conteúdo programático a ser estudado e debatido; não só como conteúdo insípido e através do qual se pretende iniciar o aluno ao raciocínio científico; não um conteúdo determinado a partir da ordenação dos livros textos e dos programas oficiais, mas como um dos instrumentos que tornam possível ao aluno a compreensão do seu meio natural e social. (DELIZOICOV, 1982, p.11 - 12).

Os Temas Geradores são obtidos através do processo de “investigação temática” (Freire, 2005), que, segundo Delizoicov (1982) é constituído de cinco etapas: levantamento preliminar, análise das situações e escolha das situações, diálogos descodificadores, redução temática e o trabalho em sala de aula. Gehlen (2009) faz uma síntese das etapas de Delizoicov (1982):

Primeira Etapa: *Levantamento preliminar*: consiste na obtenção de informações sobre a realidade local em que vivem os estudantes, feita pela equipe de educadores, utilizando diversas atividades como visitas, conversas com moradores, consulta aos movimentos sociais organizados na região, assim como a busca de fontes secundárias, textos e dados estatísticos. [...]

Segunda Etapa: *Análise das situações e escolha das codificações*: análise das informações obtidas do material coletado, buscando estabelecer relações entre as falas que expressam a visão da comunidade escolar e as outras informações obtidas a partir de fontes secundárias, como os dados estatísticos. [...]

Terceira Etapa: *Diálogos descodificadores*: de posse das situações escolhidas, isto é, das codificações, é necessário analisar se estas de fato são significativas ou não para a comunidade escolar. [...]

Quarta Etapa: *Redução Temática*: consiste em um trabalho coletivo, em que serão estudadas as informações obtidas nas etapas anteriores [...]. É nesse momento que os educadores, em planejamento coletivo, selecionam quais conhecimentos/conteúdos de sua área serão necessários e potencializadores para o entendimento do Tema Gerador em estudo. [...]

Quinta Etapa: *Trabalho em sala de aula*: no contexto da educação escolar, essa etapa caracteriza o desenvolvimento do Tema Gerador em sala de aula. (GEHLEN, 2009, p. 126 - 129)

Por meio do processo de codificação-problematização-descodificação (FREIRE, 2005), são desenvolvidos os Temas Geradores, de forma que o processo educativo mantenha todo o tempo tanto a dialogicidade quanto a problematização.

É importante destacar que a influência de Paulo Freire nas pesquisas em educação vai muito além da temática abordada neste trabalho. Paulo Freire foi o educador brasileiro mais influente no século XX e sua obra continua sendo relida, servindo de base para os mais variados estudos na área de educação. Apenas como exemplo podemos citar Campos (2007) que destaca que *as reflexões de Paulo Freire ajudaram a gerar inovações que poderão ter um profundo impacto na configuração da escola brasileira* e Streck (2011) que *analisa a contribuição da obra de Paulo Freire no contexto do atual panorama pedagógico*.

1.2.4 – Os Três Momentos Pedagógicos

Durante o desenvolvimento de um projeto de ensino de ciências na Guiné-Bissau, Delizoicov (1982) e Angotti (1982) desenvolveram uma dinâmica para abordar em sala de aula, temas previamente definidos. Essa dinâmica, inspirada nas ideias de Paulo Freire é hoje denominada “Três Momentos Pedagógicos”. São eles: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Com a utilização dos Três Momentos Pedagógicos a abordagem dos problemas como geradores da necessidade de novos conhecimentos pode ser adotada em escolas cujo currículo, e conseqüentemente o programa de ensino, já esteja pré-definido. Segundo Ferrari (2008):

Os três momentos, portanto, foram originalmente propostos como desdobramento da educação problematizadora aplicada à construção de um currículo de educação científica. Atualmente é utilizada na introdução de tópicos de Ciências já considerados significativos para os estudantes, independentemente de ter sido realizada a investigação temática nos moldes propostos por Freire [...] (FERRARI, 2008, p. 10)

Os Três Momentos Pedagógicos integram a quarta etapa da investigação temática freireana (redução temática), quando adotados como estruturadores do planejamento (GEHLEN, 2009), e a quinta etapa (trabalho em sala de aula) quando

adotados como estratégia didática (GEHLEN, 2009; FERRARI, 2008). É importante destacar que os Três Momentos Pedagógicos têm sido tratados como uma metodologia de ensino, embora venham tomando conotações diferentes, de abrangência maior.

Ao longo dos anos, os 3MP foram sendo revistos e extrapolaram sua utilização inicial, tornando-se um parâmetro para o processo como um todo, fundamentalmente pelo aspecto dinâmico. Assim, pode-se hoje destacar mais uma utilização não conjecturada inicialmente, que é a elaboração de material didático para cursos de graduação à distância (livro do aluno) e a utilização como estruturadores/organizadores das discussões em eventos, além da proposição e publicação dos livros *Física e Metodologia do Ensino de Ciências*. (MUENCHEN, 2010, p. 156).

Estudos sobre os Três Momentos Pedagógicos têm abordado as mais variadas vertentes do Ensino de Ciências. Para exemplificar, podemos citar Pozzobon et al (2005) que trata da compatibilidade entre competências e habilidades na formação continuada de professores, Santini e Terrazan (2005) que estudam sobre o uso de equipamentos agrícolas para o ensino de Física ou mesmo Bulegon e Battistel (2005) que analisam o uso do diário como instrumento para a formação continuada do professor.

Na Problematização Inicial são discutidas situações reais, que possam fazer parte do universo temático dos estudantes. Tais situações se relacionam com o tema e com os conteúdos que serão trabalhados. A partir destas situações reais é feita a problematização do conhecimento dos estudantes, que vão expondo suas concepções com a coordenação do professor, que instiga a participação dos mesmos através de constantes questionamentos. Busca-se que o estudante sinta que são necessários novos conhecimentos, que ele não possui, para se obter respostas para a problematização.

A problematização poderá ocorrer pelo menos em dois sentidos. De um lado, pode ser que o aluno já tenha noções sobre as questões colocadas, fruto da sua aprendizagem anterior, na escola ou fora dela. Suas noções poderão estar ou não de acordo com as teorias e as explicações das Ciências, caracterizando o que se tem chamado de "concepções alternativas" ou "conceitos intuitivos" dos alunos. A discussão problematizada pode permitir que essas concepções apareçam. De outro lado, a problematização poderá permitir que o aluno sinta necessidade de adquirir outros conhecimentos que ainda não detém; ou seja, coloca-se para ele um problema para ser resolvido. Eis por que as questões e situações devem ser problematizadas. (DELIZOICOV, ANGOTTI, e PERNAMBUCO, 2002)

Na Organização do Conhecimento são trabalhados os conteúdos necessários para a solução dos problemas levantados na problematização inicial. Os conceitos físicos são discutidos sempre de forma correlacionada com os problemas.

Inicia-se, portanto, neste segundo momento do roteiro pedagógico, o estudo sistemático do conteúdo programático com o qual a "estrutura profunda" da codificação pode ser apreendida. É o momento de análise dos fatos procurando superar a visão sincrética e eminentemente descritiva, até então exposta.

O questionamento que o professor passa a fazer, dá-se em observações sistemáticas do meio e/ou em experimentos relacionados diretamente com os fenômenos e é dirigido para a compreensão do processo de transformação envolvido (a "estrutura profunda" da codificação).

Durante a problematização em torno das "codificações auxiliares" (as observações de fatos e/ou os experimentos), o professor irá definindo, conceituando, enfim obtendo e fornecendo as informações que delas possam ser abstraídas. (DELIZOICOV, 1982, p.150)

Na etapa da Aplicação do Conhecimento utiliza-se os conceitos desenvolvidos na etapa anterior para analisar, interpretar e apresentar respostas para o problema discutido na problematização inicial. Nesta etapa outras situações diferentes da problematização inicial podem ser abordadas de forma a serem compreendidas com base nos mesmos conceitos.

Na "Aplicação do Conhecimento" podemos também ampliar o quadro das informações adquiridas ou ainda abranger conteúdo distinto da situação original (abstraída do cotidiano do aluno), mas decorrente da própria aplicação do conhecimento. É particularmente importante considerar esta função da "Aplicação do Conhecimento"; é ela que, ampliando o conteúdo programático, extrapola-o para uma esfera que transcende o cotidiano do aluno. (DELIZOICOV, 1982, p.150)

Neste capítulo procuramos fazer uma revisão bibliográfica a respeito da utilização dos problemas no Ensino de Física segundo duas vertentes distintas: a Resolução de Problemas e a Problematização. A seguir, no capítulo 2, faremos o detalhamento de como foram desenvolvidas todas as etapas da pesquisa, destacando os referenciais teóricos nos quais nos baseamos para a construção e análise dos dados.

CAPÍTULO 2: CARACTERIZAÇÃO E DETALHAMENTO DA PESQUISA

No Capítulo 1 procuramos fazer uma discussão a respeito da utilização de problemas no ensino de Física segundo dois aspectos: enquanto recurso de aprendizagem e de acordo com uma perspectiva problematizadora. Neste capítulo, buscamos contextualizar o ambiente em que ocorreu a pesquisa, descrevendo o perfil dos participantes, os instrumentos utilizados para a construção e análise dos dados e detalhando todas as etapas da pesquisa.

2.1 Contexto e perfil dos participantes

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa envolvendo vinte e sete estudantes do primeiro semestre de um curso noturno, Técnico em Transporte de Carga, que participa do Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA), do Instituto Federal de Educação e Tecnologia de Goiás – Campus Anápolis.

Ao todo foram trinta matriculados, mas a quantidade de presentes durante as aulas foi de vinte estudantes, em média. O número de estudantes que frequentou regularmente o curso não ultrapassou vinte e cinco. As faltas e os atrasos são comuns, uma vez que praticamente todos trabalham durante o dia e muitos têm que cuidar de seus filhos.

É importante lembrar que uma turma da EJA apresenta suas particularidades tanto do ponto de vista do comportamento como, principalmente, do aprendizado. O envolvimento do estudante da EJA com as atividades escolares está bastante atrelado aos seus compromissos profissionais e familiares de forma que geralmente a escola não é a sua principal atividade.

Já do ponto de vista do aprendizado, é importante destacar que o estudante que cursa a EJA adquire o conhecimento de forma diferente da criança e do adolescente, principalmente pelo fato de já estar inserido no mercado de trabalho (OLIVEIRA, 1999).

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram trabalhadas aulas que abordaram uma parte do conteúdo de Mecânica (Conservação e Variação da Quantidade de Movimento e Leis de Newton) que transcorreram na disciplina Física I, do referido curso. A disciplina de Física I tem duração semestral e carga horária de duas horas-aula semanais. Para o desenvolvimento da pesquisa foram ministradas sete aulas, que ocorreram uma vez por semana, às quartas-feiras, no período noturno e tiveram duração de uma hora e trinta minutos, transcorrendo das dezenove horas até as vinte horas e trinta minutos. O programa da disciplina prevê que ao longo do semestre seja trabalhado o conteúdo de Mecânica do Ensino Médio. Para efeito desta pesquisa os participantes serão identificados com a letra E, seguida de um número.

2.2 A construção dos dados

Podemos afirmar que a presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa por apresentar uma característica marcante desta modalidade de pesquisa, que é o fato de que a análise dos dados foi feita de uma forma interpretativa, processual. Como destaca Bogdan (1994):

O objetivo dos investigadores qualitativos é o de melhor compreender o comportamento e experiências humanos. Tentam compreender o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados (BOGDAN, 1994, p. 70).

Ao longo do desenvolvimento desta pesquisa foram aplicados questionários que buscavam avaliar quais as percepções dos estudantes a respeito da utilização dos Três Momentos Pedagógicos, além de avaliar a apropriação de conceitos físicos através da atividade de formulação de problemas pelos estudantes. Analisando os questionários foi possível estabelecer critérios para a seleção dos estudantes que seriam convidados a participar de entrevistas semi-estruturadas com as quais foi feita a conclusão da coleta de dados da pesquisa.

2.2.1 Questionários

No desenvolvimento da presente pesquisa foram aplicados ao todo cinco questionários que serão posteriormente apresentados. Um deles foi respondido em sala de aula enquanto os outros quatro foram entregues para serem respondidos em casa e recolhidos na aula seguinte.

A escolha do questionário como instrumento de coleta de dados foi baseada no ideal de que com uma *menor pressão para uma resposta imediata, o pesquisado pode pensar com calma* (GOLDENBERG, 2007, p. 88). Com base nessa perspectiva, espera-se que as respostas obtidas estejam da forma mais coerente possível com o modo de pensar dos estudantes, embora seja sabido que o nível de veracidade das respostas está também condicionado a outros fatores, como destaca Goldenberg (2007):

Um dos principais problemas das entrevistas e questionários é detectar o grau de veracidade dos depoimentos. Trabalhando com estes instrumentos de pesquisa é bom lembrar que lidamos com o que o indivíduo deseja revelar, o que deseja ocultar e a imagem que quer projetar de si mesmo e de outros (GOLDENBERG, 2007, p.86).

Todo instrumento de coleta de dados apresenta pontos fracos e a necessidade do domínio da leitura e da escrita é um dos problemas em relação ao uso dos questionários, conforme é tratado por Goldenberg (2007), que destaca como desvantagem do questionário o fato de o que mesmo exige habilidade de ler e escrever e disponibilidade para responder. Moreira (2008), ao analisar os questionários como instrumentos de coleta de dados, destaca que:

- O dado coletado tende a descrever ao invés de explicar por que as coisas são da maneira que são.
- O dado pode ser superficial.
- O tempo necessário para elaborar as questões e realizar um estudo-piloto é frequentemente subestimado, e dessa maneira a utilidade do questionário pode ser reduzida em virtude de uma preparação inadequada. (MOREIRA, 2008, p. 99).

Nesta pesquisa, os questionários foram constituídos de perguntas abertas, não limitando as respostas a alternativas previamente apresentadas. Desse modo, o estudante estava livre para responder da maneira que quisesse (e se quisesse)

às questões propostas. As questões foram apresentadas de forma clara e objetiva para que a sua compreensão fosse a mais fácil possível.

Os estudantes mostraram boa vontade em colaborar com a pesquisa, respondendo aos questionários. O nível de devolução dos questionários respondidos em casa foi bastante alto. Foram notórias, entretanto, as dificuldades encontradas pelos estudantes para redigir suas respostas.

2.2.2 Entrevistas

A pesquisa qualitativa é uma construção social, resultante da interação entre indivíduos e uma entrevista também possui tais características, como destaca Gaskell (2002):

Toda pesquisa com entrevistas é um processo social, uma interação ou um empreendimento cooperativo em que as palavras são o meio principal de troca. (GASKELL, 2002, p. 73).

Em uma entrevista é necessário levar os entrevistados a uma sensação de confiança para responder às perguntas. Para tanto, seus objetivos precisam estar bem determinados. De acordo com Garrete (1989):

Cada entrevista deve começar com um objetivo determinado. A pessoa convocada para uma entrevista por obra que mantenha essa atividade, sentir-se-á mais à vontade – aliviada, pois, da incerteza diante do desconhecido, se for logo de início informada do motivo por que está ali. (GARRETE, 1989, p.55).

As entrevistas podem ser classificadas de diversas formas. Segundo May (2004), há quatro tipos de entrevistas que são utilizadas na pesquisa social. São eles: a entrevista estruturada, a entrevista semi-estruturada, a entrevista não-estruturada e a entrevista de grupo.

Neste trabalho foram utilizadas entrevistas semi-estruturadas pois este tipo de entrevista apresenta maior liberdade para o entrevistador permitindo que o roteiro inicial seja alterado durante a entrevista e mesmo quando se passa de um entrevistado para outro. Assim fatores que inicialmente não foram previstos podem ser levados em conta enquanto características que inicialmente foram consideradas relevantes podem ser descartadas. Ao discorrer a respeito de entrevistas semi-estruturadas, May (2004) lembra que:

O entrevistador, que pode buscar tanto o esclarecimento quanto a elaboração das respostas dadas, pode registrar informação qualitativa sobre o tópico em questão. Isso permite que ele tenha mais espaço para sondar além das respostas e, assim, estabelecer um diálogo com o entrevistado. (MAY, 2004, p. 148).

A escolha dos entrevistados segue critérios que variam de uma pesquisa para outra, de modo que não existe uma única maneira de fazer a seleção dos entrevistados. Segundo Gaskell (2002):

Em algumas circunstâncias, a pesquisa pode assumir um procedimento por fases. Neste caso, a primeira fase pode empregar um delineamento de amostra baseado em todas as informações acessíveis anteriores à investigação do tema. Tendo avaliado as informações desta fase, a segunda fase pode, então, enfocar categorias específicas de entrevistados que pareçam ser particularmente interessantes. (GASKELL, 2002, p. 70).

É importante para qualquer que seja o tipo de entrevista utilizada a construção de um roteiro que norteará o entrevistador ao longo do processo. Este deve ser escrito de forma simples e concisa permitindo ao entrevistador ficar à vontade durante a condução da entrevista. Cada tipo de entrevista requer um determinado formato de roteiro. De acordo com Souza et al. (2005), o roteiro para uma entrevista semi-estruturada tem as seguintes características:

Roteiro para entrevista semi-estruturada – Para esta modalidade de abordagem, o roteiro deve se apoiar nas variáveis e indicadores considerados essenciais e suficientes para a construção de dados empíricos, podendo ser organizado em tópicos temáticos. (SOUZA, et al, 2005, p. 135-136).

Para que a entrevista forneça dados mais significativos é necessário que na elaboração do roteiro sejam evitadas perguntas que levem a respostas monossilábicas como sim ou não e também perguntas que induzam as respostas. Além do mais *a compreensão dos mundos de vida dos entrevistados e de grupos focais especificados é a condição sine qua non da entrevista*. Desse modo é importante ficar atento *tanto aos interesses quanto à linguagem do grupo em foco* (GASKELL, 2002, p. 65).

2.3 Instrumento de análise

As respostas obtidas aos questionários e nas entrevistas foram interpretadas com base na metodologia de Análise de Conteúdo. É importante lembrar que este

é um método que pode ser aplicado tanto na pesquisa quantitativa como na investigação qualitativa (TRIVINOS, 2008, p. 158).

O principal texto sobre Análise de Conteúdo é a obra de Bardin (2011), cuja primeira versão data de 1977. Neste livro o método da Análise de Conteúdo *foi configurado em detalhes, não só em relação à técnica de seu emprego, mas também em seus princípios, em seus conceitos fundamentais* (TRIVINOS, 2008, p. 159).

A Análise de Conteúdo tem uma importância especial nas pesquisas em educação, pois nelas é muito comum ser necessária a interpretação de materiais textuais, tais como documentos oficiais, relatórios, reportagens, transcrições de entrevistas e respostas de questionários. Por meio da análise de conteúdo pode-se *estudar as “comunicações” entre os homens, colocando ênfase no conteúdo “das mensagens”* (TRIVINOS, 2008, p. 160).

Pela Análise de Conteúdo, busca-se encontrar nos textos analisados informações além daquilo que está explicitamente escrito, ou seja, tem-se a intenção de levantar hipóteses a respeito das concepções das pessoas bem como dos contextos que as cercam, como é lembrado por Bauer (2002):

Através da reconstrução de representações, os analistas de conteúdo inferem a expressão dos contextos, e o apelo através desses contextos. Se enfocarmos a fonte, o texto é um *meio de expressão*. (BAUER, 2002, p.192).

Para a interpretação dos dados em uma análise de conteúdo é necessário que se faça uma compilação (codificação) e categorização dos mesmos de modo que possam ser destacadas características comuns quanto às informações coletadas. Desta forma obtém-se maior clareza para que sejam feitas inferências a respeito do tema pesquisado. Trivinos (2008) destaca que:

A classificação dos conceitos, a codificação dos mesmos, a categorização etc. são procedimentos indispensáveis na utilização deste método. (TRIVINOS, 2008, p. 160).

Durante a etapa de classificação e categorização dos dados o embasamento teórico e as concepções do analisador estão presentes, pois é com base em tais preceitos que serão constituídas as categorias de análise. Segundo Bauer (2002):

Embora o *corpus* de texto esteja aberto a uma multidão de possíveis questões, a AC interpreta o texto apenas à luz do

referencial de codificação, que constitui uma seleção teórica que incorpora o objetivo da pesquisa (BAUER, 2002, p. 199).

As interpretações obtidas por uma Análise de Conteúdo precisam ser compreendidas como resultado de uma construção humana e, portanto, carregadas de subjetivismo. *A análise de conteúdo é uma construção social. Como qualquer construção viável, ela leva em consideração alguma realidade* (BAUER, 2002, p. 203). As concepções do analista e o contexto de sua realidade influenciam na forma com que ele interpreta os textos e nas conclusões as quais ele chega.

As análises das respostas obtidas nos questionários aplicados e das transcrições das entrevistas foram feitas segundo categorias que foram construídas segundo critérios que serão discutidos no capítulo 3.

2.4 Desenvolvimento da pesquisa

As atividades desta pesquisa se desenvolveram ao longo de sete aulas que foram elaboradas segundo os Três Momentos Pedagógicos, sendo que a primeira aula correspondeu à Problematização Inicial, as cinco seguintes constituíram a Organização do Conhecimento e a sétima correspondeu à Aplicação do Conhecimento. Tais aulas ocorreram em um período que se estendeu entre Abril e Junho de 2011.

Uma característica marcante do processo foi o fato de que os estudantes participaram formulando seus próprios problemas ao longo de todos os Três Momentos Pedagógicos (Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento) e não somente na etapa da Problematização Inicial. Deste modo foi possível manter a dialogicidade e a proximidade com o universo cultural dos estudantes durante todo o tempo.

2.4.1 Problematização Inicial

A problematização inicial foi desenvolvida na primeira aula, de acordo com a proposta elaborada pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF) presente em seu livro Física 1 – Mecânica (Grupo de Reelaboração do Ensino de

Física. **Física 1** - Mecânica. São Paulo: Edusp, 1993), que é um material elaborado em conjunto por professores e pesquisadores na área de Ensino de Física para auxiliar professores de Física do Ensino Médio. O uso da estratégia de ensino proposta pelo GREF se justifica pelo fato de que essa obra está em consonância com a ideologia em que se baseia, como se pode notar na citação abaixo:

Uma maneira de evitar esta distorção pedagógica é começar cada assunto da Física pelo desenvolvimento de uma temática e de uma linguagem comuns ao professor e a seu aluno, contidas no universo de vivência de ambos, e que só o transcenda à medida que se amplie a área comum de compreensão e domínio (GREF, 1993, p.16).

No início da aula os estudantes, mediados pelo professor, fizeram um levantamento das “coisas” relacionadas à Mecânica. Todas as palavras lembradas foram anotadas pelo professor no quadro-negro e pelos estudantes em seus cadernos.

Posteriormente foi sugerida uma classificação para tais “coisas”, agrupadas em cinco categorias: translação, rotação, ampliação de forças, equilíbrio e outros. Essa organização foi feita pela turma de forma oral ao mesmo tempo em que o professor a escreveu no quadro-negro. Posteriormente os estudantes a anotaram em seus cadernos.

Em seguida foram convidados a formular “problemas” que gostariam que fossem respondidos mediante o estudo de Física. A intenção era gerar a problematização através de questões do universo cultural dos estudantes. Novamente houve intensa participação oral dos estudantes que foram sugerindo problemas de seu interesse, propostos na forma de perguntas, que eles achavam que se relacionavam com a Mecânica. Nesta etapa foi necessária a intervenção do professor no auxílio com a redação dos enunciados que foram escritos no quadro-negro e anotados pelos estudantes em seus cadernos.

Ao todo, foram formuladas pela turma, nove perguntas que estão listadas no Quadro 1, a seguir:

1. Como as telhas ficam fixas no telhado?
2. Como funciona um macaco?
3. Por que o avião não cai?
4. Por que o navio não afunda?
5. Por que o balão não cai?
6. Por que o caminhão é mais lento que o carro?
7. Como funciona o motor de um carro?
8. Por que o cardã gira?
9. Por que a moto não cai?

Quadro 1 - Problemas propostos pelos estudantes no momento da problematização inicial

Devido à fragilidade no uso da língua portuguesa os estudantes mostraram grandes dificuldades em elaborar seus problemas em forma de perguntas. Por este motivo o professor pediu que uns ajudassem aos outros na elaboração dos enunciados. A participação foi muito grande sendo que também houve intervenção do professor nos momentos em que a discussão perdia intensidade. Ao final da primeira aula foi aplicado o primeiro questionário, que se encontra no Quadro 2, abaixo:

- 1) Descreva, com suas palavras, a aula de hoje.
- 2) O que mais chamou sua atenção na aula de hoje? Por quê?
- 3) Com qual (quais) dos problemas levantados durante a aula de hoje você mais se identificou?
- 4) O que você espera que aconteça nas próximas aulas?

Quadro 2 – Primeiro Questionário

Com este questionário buscamos levantar quais foram as impressões dos estudantes a respeito das atividades desenvolvidas e, dessa forma, compreender em que nível a problematização inicial foi significativa. Ele foi levado para ser respondido em casa e devolvido no início da aula seguinte.

O segundo questionário foi entregue no início da segunda aula, sendo respondido e recolhido imediatamente. Este questionário é mostrado no Quadro 3, abaixo:

1) Sobre quais problemas de mecânica você refletiu (ou conversou com alguém) durante a última semana? Quais foram suas reflexões?

Quadro 3 – Segundo Questionário

Com este questionário buscamos identificar as reflexões dos estudantes após a discussão promovida na primeira aula, ou seja, o objetivo ainda era compreender em que nível a Problematização Inicial havia sido significativa para os estudantes.

2.4.2 Organização do Conhecimento

A organização do conhecimento foi desenvolvida em cinco aulas. Nessas aulas foram apresentados pelo professor os conceitos de massa, velocidade, quantidade de movimento e força. Nesta etapa a participação dos estudantes continuou ocorrendo, através de colocações em sala de aula bem como da formulação de novos problemas que ocorreu no terceiro e quarto questionários (Quadro 4, p. 42 e Quadro 5, p. 43). O processo se iniciou na segunda aula, após o recolhimento do segundo questionário e foi concluído ao final da sexta aula com a entrega do quarto questionário.

Inicialmente foi apresentado pelo professor o conceito de quantidade de movimento linear de uma partícula. Os estudantes encontraram uma grande dificuldade na compreensão da unidade de medida desta grandeza no S.I. ($\text{kg}\cdot\text{m/s}$), pois boa parte deles confundiu tal unidade de medida com a expressão que define a grandeza, ou seja, interpretou os símbolos presentes na unidade como se fossem incógnitas a serem calculadas. A conversão de unidades de medida de velocidade, de quilômetro por hora para metro por segundo e vice-versa despertou grande interesse. Neste momento procuramos estimular a participação dos estudantes pedindo-lhes que convertessem valores de uma para a outra unidade utilizando exemplos conhecidos do cotidiano como a máxima velocidade permitida em uma rodovia, etc.

Ainda nesta aula foi apresentado o conceito de equilíbrio de um ponto material, como sendo a situação em que não há variação da quantidade de movimento do corpo e que a resultante das forças sobre o mesmo é nula. A expressão para o cálculo da intensidade da força resultante não foi apresentada nesse momento. Nesta etapa foi notória a dificuldade dos estudantes com o conceito de vetor e com o caráter vetorial das grandezas força e quantidade de movimento. A compreensão do fato de que um vetor é uma representação de uma grandeza que possui direção e sentido foi muito difícil. Em muitos momentos objetos foram confundidos com vetores.

Ao final desta segunda aula os estudantes receberam a primeira lista de exercícios (Anexo 1), que deveria ser resolvida em casa e entregue no início da aula seguinte. Tal lista era composta de problemas fechados (ECHEVERRÍA e POZO, 1994) e problemas abertos (GIL et al., 1992) que abordavam os conceitos de quantidade de movimento, força e equilíbrio de um ponto material.

Conforme foi discutido no Capítulo 1, a resolução de problemas é uma atividade importante no ensino de Física. O objetivo da utilização da lista era fornecer problemas exemplares (ZYLBERSZTAJN, 1991) para que, ao serem resolvidos pelo professor e pelos estudantes, servissem de modelo para que os estudantes futuramente elaborassem seus próprios problemas. É importante destacar que todas as questões foram elaboradas pelo professor com o intuito de manter o vínculo com os problemas levantados na Problematização Inicial.

A presença de problemas fechados (ECHEVERRÍA e POZO, 1994) e problemas abertos (GIL et al., 1992) na lista visava ajudar a desenvolver habilidades cognitivas dos estudantes além de familiarizá-los com a linguagem utilizada na Física, com a preocupação de se evitar o operativismo abstrato e a resolução mecânica.

Na terceira aula foi feita a correção de alguns exercícios da lista de exercícios entregue na aula anterior. Foram apresentadas dificuldades imensas pelos estudantes em relação a habilidades como compreensão dos enunciados (interpretação de texto), uso da matemática básica e compreensão do significado do caráter vetorial de algumas grandezas. Devido a estas dificuldades apresentadas a lista não foi recolhida nesta aula.

Ao final da terceira aula foi entregue aos estudantes o terceiro questionário que se encontra no Quadro 4, abaixo:

1) Invente novos problemas, diferentes daqueles que foram levantados anteriormente nas aulas e nas listas de exercícios, que se relacionem com o conteúdo de mecânica.

Quadro 4 – Terceiro Questionário

Com este questionário, que devia ser respondido em casa e devolvido no início da aula seguinte, buscamos avaliar se os estudantes estavam se apropriando dos conceitos físicos apresentados de modo a utilizá-los na construção de seus próprios problemas.

No início da quarta aula foi recolhido o terceiro questionário, já respondido. Durante esta aula foi finalizada a correção dos exercícios da primeira lista. As dificuldades apresentadas diminuíram sensivelmente, mas persistiram em especial no que diz respeito ao domínio da leitura, interpretação e das quatro operações matemáticas.

Na quinta aula foi introduzida a relação entre a variação da quantidade de movimento de uma partícula e a resultante das forças que nela atuam. A expressão $\mathbf{F} = \Delta\mathbf{Q}/\Delta t$ foi trabalhada em sala de aula em diversos exercícios que apresentavam situações do cotidiano.

A sexta aula foi desenvolvida utilizando como instrumento de apoio a segunda lista de exercícios (Anexo 1), dividida em duas partes: primeiramente havia quatro questões que faziam uma revisão do conteúdo trabalhado na aula anterior, posteriormente seis questões exploravam a teoria referente às componentes tangencial e radial (centrípeta) da força resultante. Estas últimas questões (de abordagem teórica) buscavam levar o estudante à compreensão da presença de forças nos movimentos curvilíneos, mesmo quando o módulo da velocidade não é alterado. Foram resolvidas em sala algumas das questões de ambas as partes da lista e o restante foi respondido pelos estudantes em casa. As questões da segunda lista também foram elaboradas pelo professor com os mesmos objetivos da primeira lista.

Ao final desta aula foi entregue o quarto questionário cujo enunciado era o mesmo do terceiro questionário, como se pode observar no Quadro 5, abaixo:

1) Invente novos problemas, diferentes daqueles que foram levantados anteriormente nas aulas e nas listas de exercícios, que se relacionem com o conteúdo de mecânica.

Quadro 5 – Quarto Questionário

Com este questionário buscamos analisar como os conceitos físicos discutidos nas aulas estavam sendo incorporados aos problemas formulados pelos estudantes, ou seja, o objetivo era analisar a capacidade de elaboração de problemas, que pressupunha a compreensão de tais conceitos.

2.4.3 Aplicação do Conhecimento

A última aula consistiu na Aplicação do Conhecimento. Inicialmente o professor anotou no quadro-negro os problemas levantados pelos estudantes ao final da primeira aula (Quadro 1, p. 39) para que todos se lembrassem de quais eram suas dúvidas antes do estudo da mecânica.

Em seguida, foi proposto que os estudantes retomassem esses problemas iniciais e os resolvessem utilizando os conceitos científicos discutidos nas aulas de Física. As respostas dos estudantes foram lidas e discutidas pela turma toda oralmente, de modo que todos pudessem tomar conhecimento das idéias dos colegas e colaborar com eles na construção das respostas. Finalmente foi entregue o quinto questionário, que se encontra no Quadro 6, a seguir:

1) Retome os problemas levantados pela turma na primeira aula de Mecânica e, incorporando a eles seus novos conhecimentos de Física, elabore novos problemas mais aprofundados.

Quadro 6 – Quinto Questionário

Com este questionário, que foi respondido em casa e entregue na aula seguinte, buscamos avaliar em que nível os conceitos físicos apresentados na Organização do Conhecimento (massa, velocidade, quantidade de movimento e força) haviam sido incorporados pelos estudantes à sua linguagem. Ao pedir que eles reformulassem os problemas iniciais novamente procuramos manter a presença do universo cultural dos estudantes mesmo após o estudo do conteúdo

específico da Física. É importante destacar que o diálogo se manteve presente durante todo o tempo no desenvolvimento da pesquisa, de modo que foi possível perceber intensa participação dos estudantes durante as aulas através de questionamentos e colocações das mais diversas naturezas.

Para finalizar a pesquisa realizamos entrevistas semi-estruturadas com alguns dos participantes. Foram realizadas quatro entrevistas, individualmente, em Dezembro de 2011. As entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas.

Com a realização das entrevistas buscamos identificar as impressões que restaram na memória do estudante para ver se a problematização inicial foi marcante; se os problemas levantados permaneceram como preocupação do estudante após o encerramento da disciplina; se houve o fechamento da proposta com a resolução dos problemas levantados na problematização inicial e se ficou claro que o conteúdo desenvolvido só respondia a algumas das questões levantadas; saber até que ponto o estudante se apropriou dos próprios problemas; avaliar o efeito da atividade de elaboração de problemas na proposta dos Três Momentos Pedagógicos e a repercussão da atividade fora do ambiente de sala de aula, ou seja, na sua vivência cotidiana e enfim, verificar se após a entrevista outros elementos da proposta teriam sido reconhecidos pelo estudante.

O roteiro utilizado nas entrevistas está presente no Quadro 7, abaixo:

Roteiro da Entrevista
1. O que você se lembra em relação à disciplina de Física do semestre anterior? Alguma coisa te chamou a atenção: o conteúdo, a metodologia, a turma? <i>Fazer uma introdução resgatando o processo da problematização inicial: levantamento de coisas relacionadas com Mecânica, classificação das coisas e formulação dos problemas.</i>
2. Qual (is) problema(s) você se lembra de terem sido propostos por você ou pelos seus colegas na nossa primeira aula? <i>No caso de o entrevistado não se lembrar dos problemas, mostrar a lista com os mesmos.</i> <i>Mostrar a lista com os problemas propostos na problematização inicial (caso não tenha sido necessário mostrá-la para a primeira questão).</i>
3. Você considera que esse(s) problema(s) foi(ram) resolvidos no decorrer da disciplina? Quais? Por que alguns deles não foram resolvidos?
4. E em relação aos problemas que você mesmo elaborou (<i>apresentando os problemas elaborados pelo entrevistado</i>). Você consegue resolvê-los?
5. O que você achou de elaborar problemas?
6. Durante esse tempo após o encerramento da disciplina, você pensou em algum outro problema que a Física (mecânica) pudesse resolver?
7. Faça um comentário sobre a disciplina, destacando o conteúdo, as estratégias do professor, a participação dos estudantes, etc.

Quadro 7 – Roteiro para as entrevistas

O Quadro 8, abaixo, é um resumo das atividades que foram desenvolvidas nas etapas dos Três Momentos Pedagógicos:

ETAPA	ATIVIDADE
Problematização Inicial	Levantamento e organização das “coisas” relacionadas à Mecânica. Proposição de problemas que os estudantes gostariam de resolver com o estudo da mecânica
Organização do Conhecimento	Apresentação dos conceitos de Quantidade de Movimento e Força pelo professor e proposição de problemas de Física pelos estudantes
Aplicação do Conhecimento	Retomada dos problemas levantados pelos estudantes na Problematização Inicial, resolução e reformulação dos mesmos com o uso dos conceitos discutidos na Organização do Conhecimento. Realização das entrevistas (teve caráter de avaliação)

Quadro 8 – Resumo das atividades desenvolvidas

Neste capítulo apresentamos todo o processo pelo qual foi desenvolvida a pesquisa, com levantamento bibliográfico a respeito dos temas discutidos e das características metodológicas da pesquisa. A seguir, no capítulo 3, faremos a análise do corpo de dados construídos durante a pesquisa, com base nos referenciais teóricos nos quais nos apoiamos.

CAPÍTULO 3: ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA

Ao longo da pesquisa foram aplicados cinco questionários e realizada uma entrevista semi-estruturada. O primeiro e o segundo questionários tinham o objetivo de levantar as impressões dos estudantes a respeito da Problematização Inicial, primeiro momento da nossa intervenção

Com os demais procuramos observar a incorporação dos conceitos físicos trabalhados, por meio de suas aplicações nos problemas propostos pelos estudantes. Analisando as respostas elegemos critérios com os quais fizemos a seleção daqueles estudantes que foram convidados a participarem das entrevistas semi-estruturadas.

A análise das transcrições das entrevistas permitiu a avaliação de alguns aspectos da apropriação de problemas de Física pelos participantes.

3.1 – Avaliação da Problematização Inicial

O primeiro e o segundo questionários (Quadro 2, p. 39 e Quadro 3, p. 40) foram analisados durante o transcorrer da pesquisa para avaliar se o primeiro momento, a Problematização Inicial, atingiu seus objetivos, que, segundo Delizoicov (2008) são: avaliar a aproximação dos estudantes com o tema em termos de linguagem e concepções; e despertar o interesse do estudante para o estudo de novos conhecimentos que resolvam os problemas discutidos, ou seja, provocar no estudante a curiosidade epistemológica.

O primeiro questionário (Quadro 2, p. 39) foi aplicado ao final da primeira aula para ser respondido em casa e devolvido na aula seguinte. Com ele visamos avaliar quais foram as impressões dos estudantes a respeito da aula, bem como suas expectativas quanto à continuidade do estudo da Mecânica. Assim, buscamos compreender em que nível a Problematização Inicial foi significativa, ou seja, o interesse era saber se os estudantes realmente se identificaram com os problemas levantados durante a aula.

O segundo questionário foi entregue no início da segunda aula, sendo respondido e recolhido imediatamente. Com ele buscava-se identificar se os estudantes haviam refletido sobre os assuntos levantados na primeira aula e, conseqüentemente, se a Problematização Inicial tinha gerado o interesse pela busca de respostas para os problemas que eles propuseram.

Para realizar a análise das respostas a esses questionários foram organizadas com base na Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011) três categorias: postura do professor; aspectos da realidade dos estudantes e curiosidade epistemológica.

3.1.1 Postura do professor

A dinâmica da Problematização Inicial implica em uma diferente postura do professor, que, segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), deve manter a dialogicidade todo o tempo, indagando e instigando os estudantes a participarem das aulas. A fala mostrada abaixo revela que tal postura foi observada pelos estudantes:

A aula de hoje foi ótima devido a interatividade do professor com o aluno. (E10)

A postura mais dialógica do professor foi percebida pela maioria dos estudantes que, além de perceberem que havia uma diferença em relação à maneira que geralmente são conduzidas as aulas, elogiaram a nova dinâmica em sala.

Espero que continue assim, toda aula com debate, desenvolvimento contínuo! Parabéns! (E22)

A fala acima mostra que o “debate” em sala de aula é encarado pelos estudantes como uma prática docente mais proveitosa do que as aulas expositivas que tradicionalmente ocorrem.

3.1.2 Aspectos da realidade dos estudantes

O envolvimento dos estudantes com a problematização foi significativo, principalmente pelo fato de que eles notaram a presença de aspectos da Mecânica em fenômenos de seu cotidiano e assim tiveram sua atenção despertada para o estudo do conteúdo. O relato abaixo demonstra tal conclusão:

O que mais chamou a minha atenção na aula é que a mecânica faz parte de todas ou da maioria das coisas [...] (E25)

O fragmento acima mostra que o fato de que a mecânica está presente em aspectos da realidade do estudante é importante para ele, e, por isso, despertou seu interesse, como destaca Freire (2005). Quando perguntado o que esperava que ocorresse nas próximas aulas, E24, respondeu:

Eu espero que nós possamos aprender mais curiosidades do nosso dia-a-dia e nós não sabemos (E24)

Essa resposta mostra que o fato de aprender conteúdos que envolvem o seu dia-a-dia é interessante para o estudante e, por isso, lhe desperta expectativas quanto ao estudo da Física (DELIZOICOV, 2001).

A questão do voo dos aviões despertou bastante interesse por parte dos estudantes que ao responderem ao segundo questionário (Quadro 3, p. 40) mostraram que refletiram sobre tal situação ao longo da semana entre a primeira e a segunda aula, como se pode perceber pela análise do fragmento abaixo:

Pois fico a pensar como que o avião fica no ar pois ele é tão grande e pesado como é isso? (E19)

O interesse pela explicação a respeito do voo dos aviões levou alguns estudantes a interagirem entre si na busca de respostas. A importância dessa interação entre os educandos na busca pelos novos conhecimentos é discutida por Freire (2005). O relato abaixo ilustra a interação que ocorreu entre os estudantes.

Conversei com um colega, como o avião voa uma coisa muito pesada, que carrega muito peso, é incrível o avião não cair, queria saber como o avião voa (E8)

Pode-se notar pelo fragmento acima que o fato de os aviões serem “pesados” e mesmo assim conseguirem voar é intrigante para os estudantes. Sendo assim alguns estudantes chegaram a propor respostas que explicassem o mecanismo do voo dos aviões.

Sim, minha imaginação foi sobre como o avião voa e não cai. Sei lá talvez um balão que mantém ele no ar. Algumas coisas eu vou descobrir durante as aulas (E18)

Pode-se perceber que E18 não tinha muita confiança em sua explicação, mas criou expectativas quanto ao aprendizado que ocorreria nas aulas seguintes, ou seja, a Problematização Inicial contribuiu para que os estudantes buscassem novos conceitos para responderem seus questionamentos, característica destacada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

Na tentativa de explicar como se dá o vôo dos aviões, E14 propôs que a velocidade do avião está relacionada com sua capacidade de voar:

Sobre o mecanismo de uma aeronave como ela consegue voar com apenas turbinas, minha reflexão foi que a velocidade com a gravidade ajudarão mas não sei se somente isso. (E14)

A necessidade da existência de uma força que equilibre a gravidade e mantenha o avião no ar foi destacada por E12:

Ao avião, porque ele fica no ar e não cai, há reflexão e que devido a velocidade do avião há uma força que sustenta o avião (E12)

O fragmento acima apresenta muitos fatores que de fato se relacionam com o vôo de um avião. Mesmo sem conhecimento científico aprofundado, já consegue formular uma resposta plausível para o problema.

3.1.3 Curiosidade Epistemológica

Conforme foi apresentado no Capítulo 1, Freire (2001) destaca que curiosidade natural do estudante pode ser transformada em uma “curiosidade epistemológica” de modo que o mesmo compreenda de forma crítica a necessidade de aquisição do conhecimento. Em resposta à segunda pergunta do primeiro questionário (O que mais chamou sua atenção na aula de hoje? Por quê?) E25 respondeu:

O que mais chamou a minha atenção na aula é que a mecânica faz parte de todas ou da maioria das coisas ou funções básicas que nos cercam, máquinas construções, peças, funcionalidade de cada objeto, a aula de hoje despertou esse novo pensamento. [...] (E25)

O fragmento acima mostra que a curiosidade epistemológica foi despertada com a Problematização Inicial. O estudante percebeu que o conteúdo de Mecânica está relacionado com diversos elementos que o cercam e, por isso, há a

necessidade do estudo de tal conteúdo. Ainda em resposta à mesma pergunta, E2 escreveu que:

A observação de situações do cotidiano, e o intuito de levantarmos questões a serem respondidas (E2)

Aí está presente um importante aspecto da etapa da Problematização Inicial que é levantar questões que estão relacionadas ao universo dos estudantes para as quais ele necessita de novos conteúdos para responder.

Outro fato importante foi que a Problematização Inicial criou expectativas nos estudantes em relação à resolução dos problemas por eles levantados, como é possível observar na seguinte fala:

Espero que tenhamos respostas para nossas dúvidas (E11)

A percepção por parte dos estudantes de que para responder às questões levantadas na Problematização Inicial seriam necessários novos conhecimentos que eles ainda não possuíam é uma demonstração de que foi gerada a curiosidade epistemológica.

Eu espero que na próxima aula o professor venha responde algumas desta perguntas e continue trazendo novos conhecimentos (E9)

As respostas a estes questionários revelaram que muitos estudantes continuaram refletindo a respeito dos problemas que foram levantados na Problematização Inicial, ou seja, sentiram a necessidade de aquisição de novos conhecimentos, despertando o interesse pelo estudo da Física e criando expectativas com relação à continuidade do desenvolvimento do conteúdo.

3.2 – Seleção dos entrevistados

O terceiro, quarto e quinto questionários, que propõem que os estudantes elaborem seus próprios problemas, (Quadro 4, p. 42, Quadro 5, p. 43 e Quadro 6, p. 43) foram analisados com a finalidade de selecionar quais estudantes seriam entrevistados. No Anexo 2 apresentamos a Tabela 1 na qual são discriminados os estudantes, os questionários, as questões elaboradas por eles e os conceitos presentes em cada uma dessas questões.

Fazendo uma seleção somente daqueles estudantes que elaboraram problemas relacionados ao conteúdo que foi desenvolvido nas aulas de Física construímos a Tabela 2 (Anexo 2).

Pela análise da Tabela 2 foi possível observar quais estudantes haviam respondido aos três questionários (Q3, Q4 e Q5) e elaborado problemas que se relacionavam ao conteúdo trabalhado nas aulas de física. Assim, foram descartados os estudantes que não haviam respondido a algum dos questionários. Dessa forma foi construída a Tabela 3 (Anexo 2) na qual constam sete estudantes.

A escolha dos entrevistados seguiu os critérios detalhados acima porque através deles foi possível identificar quais estudantes participaram da atividade de elaborar seus próprios problemas de Física ao longo de todo o processo e também quais deles de fato se comprometeram com as atividades que lhes foram propostas.

Pelos critérios adotados deveriam ser entrevistados sete estudantes como é mostrado na Tabela 3 (Anexo 2) porém três deles abandonaram a escola no segundo semestre de 2011 e como as entrevistas ocorreram no mês de Dezembro daquele ano não foi possível entrevistá-los. Assim, foram entrevistados apenas quatro estudantes (E5, E15, E21 e E22). A análise dessas entrevistas é feita no item a seguir.

3.3 – Análise das entrevistas

A partir da análise das transcrições das entrevistas, tendo como base a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011), foram construídas seis categorias: papel do professor, participação dos estudantes, elaboração dos problemas pelos estudantes, percepção da Física no cotidiano, limitações dos problemas e dificuldades conceituais.

3.3.1 Papel do professor

Assim como os questionários as entrevistas também mostraram que a postura dialógica do professor foi notada pelos estudantes. Os entrevistados se mostraram satisfeitos com a maneira aberta e participativa com que foram conduzidas as aulas.

A forma dele ensinar eu acho que deixava todo mundo a vontade para falar como queria, do jeito que queria e sempre dava oportunidade de falar [...] (E15)

A fala acima mostra que uma postura dialógica do professor deixa os estudantes mais “a vontade” em sala de aula para expressarem suas idéias e dúvidas.

Quando foi pedido que relatasse o que mais chamou sua atenção na disciplina de Física I, E22 respondeu:

Hee, boa noite professor Leonardo, bom o que eu tenho a falar em relação às aulas é que elas foram bem proveitosas porque o professor interagia muito com os alunos, era uma aula participativa, em que os alunos eram chamados a participar, a pensar, raciocinar [...] (E22)

Pode-se notar pelo fragmento acima que a postura (aberta ao diálogo) do professor foi extremamente importante para E22 porque tal postura foi o fato que mais chamou sua atenção na disciplina de Física I.

Segundo os entrevistados, o fato de o professor ter uma postura aberta à participação dos estudantes se mostrou interessante. O fragmento abaixo mostra essa opinião:

Bom eu gostei bastante dessa metodologia de aula [...] (E22)

De acordo com E21 não apenas ela mas a maioria da turma aprovou a estratégia utilizada.

[...] parece que a turma interessava mais pelo seu método de ensinar [...] (E21)

Além de aprovar a maneira com que o professor conduziu as aulas E5 achou-a mais proveitosa do que a forma tradicional de ministrar aulas.

[...] a estratégia do professor foram cabíveis a gente, todo mundo aprendeu [...] (E5)

Pela a fala acima podemos observar a opinião de E5 a respeito da forma de trabalhar do professor foi importante não apenas para ela mas para a turma como um todo.

Quando foi pedido que fizesse um comentário geral a respeito da disciplina, E21 disse:

Foi bom porque muita gente tinha muito tempo que não estudava e como você entrava aí parece que a turma interessava mais pelo seu método de ensinar, [...] (E21)

Este comentário mostra que uma postura docente baseada na perspectiva dialógica de Freire (2005), permite que os estudantes busquem o aprendizado, independentemente de terem ou não algum conhecimento prévio a respeito do conteúdo que está sendo trabalhado, ou seja, a dialogicidade do professor traz um caráter democrático ao ensino.

3.3.2 Participação dos estudantes

Uma postura docente aberta ao diálogo implica que os estudantes participem das aulas fazendo colocações e trazendo suas concepções para as discussões em sala de aula. Entretanto pode acontecer de que por mais dialógico que o professor tente ser os estudantes não se sintam interessados em dar suas contribuições durante as aulas, ou seja, uma postura docente aberta ao diálogo é condição necessária mas não suficiente para que ocorra a participação dos estudantes.

Quando foi pedido que E15 fizesse um comentário geral a respeito da disciplina, ela relatou o seguinte:

Então, no começo, né, a turma era bastante gente, todo mundo participava, ninguém tinha vergonha, [...] (E15)

A fala acima mostra que a participação da turma ocorreu de fato durante as aulas, sendo que os estudantes procuraram colaborar durante as aulas com seus comentários e dúvidas.

Quando perguntada a respeito do que tinha chamado sua atenção na disciplina de Física I, E21 respondeu:

Ah, na realidade eu lembro pouca coisa, mas assim em relação à turma todo mundo participava porque muita gente que estudou, já tinha estudado Física ou não [...] (E21)

Analisando o trecho acima observamos que tanto os estudantes que possuíam conhecimento de Física quanto aqueles que estavam estudando pela primeira vez participaram ativamente durante as aulas, ou seja, não houve exclusão daqueles que (em tese) tinham maior dificuldade com o conteúdo.

3.3.3 Elaboração dos problemas pelos estudantes

A atividade de elaboração dos problemas foi uma novidade para a maioria dos estudantes. Quando perguntada a respeito do que achou de elaborar seus problemas E21 respondeu da seguinte maneira:

Eu fiquei super alegre porque para mim eu tava elaborando e para mim assim, você ia dar uma nota ali abaixo do que eu imaginava porque eu não dou conta, mas mesmo assim você foi lá e viu que a gente tava tentando e a gente conseguiu fazer o problema. Eu particularmente achei interessantíssimo. (E21)

Pela análise desta fala podemos inferir que E21 costumava ter dificuldades com o aprendizado da Física e, por isso, acreditava que não conseguiria realizar a atividade proposta, mas mesmo assim achou “interessantíssimo” elaborar problemas.

A respeito de conseguir resolver os problemas por ela elaborados, E22 afirmou:

Sim, acho que sim, porque assim primeiro para elaborar cada uma dessas questões eu tive que reler, ver a matéria dada, porque não adianta nada formular uma pergunta para no final não ter uma resposta [...] (E22)

A transcrição acima mostra que E22 tratou com seriedade a atividade que lhe foi proposta, pois procurou “reler a matéria” para formular problemas já tendo uma noção a respeito de qual seria a resposta. A mesma estudante quando perguntada a respeito de sua opinião sobre a atividade de elaborar problemas respondeu

Bom essa metodologia imposta por você foi nova para mim, porque assim, eu já estudei em escola particular, eu já estudei em escola pública, já tive um pouco de noção de cada coisa, e assim, é um aproveitamento bom, porque o aluno, ele interage dentro da aula, ele não leva matéria para casa, então assim, ele vê a matéria, ele é obrigado a pensar sobre a matéria, elaborar os exercícios, então

assim ele vai ter que resgatar tudo que ele viu durante a aula no final da aula. (E22)

A análise de E22 sobre a elaboração de problemas leva em conta o que houve um “aproveitamento bom” e também destaca a participação que ocorreu em sala de aula e o fato de que para elaborar as questões o estudante precisa “pensar sobre a matéria”. Esta é uma característica de um processo de Educação Problematizadora (FREIRE, 2005), na qual os estudantes passam a ser sujeitos na construção de seu conhecimento.

Outro fato mostra que a elaboração dos problemas por parte dos estudantes foi relevante para os entrevistados, pois quando perguntados, disseram se lembrar de alguns dos problemas levantados na Problematização Inicial, como pode ser observado no fragmento abaixo:

Lembro, hee, eu mesma questioneei como funcionava o motor de um carro, uma colega porque o balão não caia, o outro porque o balão..., o navio não afundava ,hee, teve mais problemas que na hora eu não lembro. (E5)

A estudante E5 se lembrou não apenas do problema que ela levantou na Problematização Inicial, mas também de questões que foram propostas por colegas, mostrando que o efeito da Problematização Inicial permaneceu na sua memória.

A situação do equilíbrio na água ou no ar foi lembrada por E15:

Então, eu me lembro da do navio, que eu achei interessante. [...] Por que que o navio não afundava, porque ele era tão enorme, tão pesado, por que que não afundava. (E15)

O fragmento acima mostra como há reflexão dessa estudante a respeito da força da gravidade. É comum pensar que a tendência natural dos corpos é cair e, quando ocorre o equilíbrio e o corpo fica em repouso é despertado especial interesse.

3.3.4 Percepção de problemas de Física no cotidiano

Mesmo tendo se passado alguns meses entre o encerramento das aulas e a realização das entrevistas ainda pode-se notar o reconhecimento da existência de problemas de Física na vivência cotidiana dos estudantes.

Ao ser perguntada se havia visto alguma coisa que achava estar relacionada com o conteúdo que havia sido estudado, E21 respondeu:

Assim, mais é os acidentes que eu vejo né, tipo velocidade com a massa, porque um caminhão, igual eu vi um caminhão, né, atropelar um motoqueiro, então para mim ali, para mim já era um problema de física, né? (E21)

É importante destacar que mesmo sem saber resolver o problema E21 passou a perceber que a Física está presente em situações de seu cotidiano, ou seja, passou a enxergar o mundo com outra visão.

Ao responder à mesma pergunta, E15 afirmou:

Então, eu vi, eu acredito que seja, né, um acidente de moto na última semana, onde a moto voou muito mais longe que o rapaz, ele voou mais pra perto da moto e ela muito mais pra longe que ele, por quê? Um voou mais que o outro? (E15)

Pode-se notar que mesmo sem a utilização de conceitos físicos E15 questiona por que a moto foi lançada mais longe do que o rapaz, fato que pode ser explicado pelo impulso sofrido pela moto ao sofrer a colisão.

Quando perguntada se havia pensado ou visto algum problema que a Mecânica pudesse resolver, E22 respondeu:

Huum, um que é muito intrigante, que eu não sei se envolve a Física. Que nem eu tava vindo de Goiânia para cá, Goiânia/Anápolis, fui em Goiânia e voltei, aí tipo eu tava no meu carro, eu vinha de mais de 100 km/h, aí tipo e eu vi a placa da rotatória em frente ao posto Presidente e para, porque eu tava conversando com a Vanessa, eu freei o carro e tava chovendo de uma vez e o pneu começou a fazer tttttt, e tipo eu não dei conta de fazer a volta certa, eu bati no canteiro, né, e o carro apagou e tipo assim e assim, tava uns 100 km/h. (E22).

Perguntada se a situação descrita acima estava relacionada com a Física, a estudante respondeu:

Não, tem a ver porque assim, que nem você falou, que o asfalto exerce uma força de atrito com o pneu, tipo essa força de atrito nesse caso não deu certo, né? Por que... (E22)

Pode-se notar que mesmo sem estar muito segura a respeito da explicação dada pela Física à situação descrita, E22 percebe que se trata de um problema de Física, ou seja, ela refletiu sobre uma situação de sua vida cotidiana procurando analisá-la com base no conceito de força de atrito. Freire (2005) discute a

importância de situações-problema no processo dialógico de educação em uma perspectiva problematizadora.

3.3.5 Limitações conceituais

Consideramos que os entrevistados não mencionaram mais exemplos de problemas relacionados com a Física porque as atividades foram limitadas pelo tempo e pela seleção de conteúdos, restrita aos conceitos de conservação e variação da quantidade de movimento. A análise das entrevistas permite observar que tal limitação foi percebida por alguns entrevistados, como se pode notar no fragmento abaixo:

A maioria foi resolvida, eu acho que os outros não foram resolvidos porque a gente não teve tempo né, porque foi muito corrido, e a gente logo teve que entrar de férias e não teve como a gente ver o conteúdo completo. (E21)

A fala transcrita acima mostra que E21 acredita que não foram resolvidos todos os problemas por uma questão de falta de tempo, ou seja, em sua avaliação a intenção inicial era que fossem resolvidos todos os problemas, o que demonstra certo nível de percepção a respeito das limitações das atividades desenvolvidas na pesquisa. Respondendo à mesma pergunta, E22 disse:

Não, eu acho que de todos os exercícios todos foram resolvidos, alguns não porque a gente não entrou na matéria da pergunta feita. (E22)

A transcrição acima mostra que E22 apresenta uma melhor compreensão a respeito das limitações das atividades já que ela nota que aqueles problemas que não foram resolvidos não pertenciam ao conteúdo que estava sendo estudado.

Um dos problemas levantados pelos estudantes na Problematização Inicial (Quadro 1, p. 39) foi: “Por que o cardã gira?”. Este problema aborda movimentos de rotação e a sua transmissão, conteúdos que não chegaram a ser trabalhados durante as aulas. Quando perguntada sobre quais problemas não foram resolvidos nas aulas, E5 se lembrou da questão do cardã:

[...] o que eu me lembro que não foi resolvido, foi o do cardã, que gira, mas é porque já não tava no conteúdo que a gente tava estudando [...] (E5)

Novamente, pode-se destacar que E5 percebeu as limitações das atividades trabalhadas durante a pesquisa, pois entende que o movimento de um cardã envolve conteúdos que não haviam sido discutidos.

3.3.6 Dificuldades de aprendizado

É importante destacar que dificuldades surgiram no transcorrer do processo e isso foi lembrado pelos entrevistados. Quando perguntada se seria capaz de resolver os problemas que havia elaborado, E21 respondeu da seguinte maneira:

Alguns eu consigo (E21)

Questionada se na época em que estava cursando a disciplina de Física I conseguia resolver tais problemas, respondeu que não. É importante destacar, portanto, que mesmo acreditando que a atividade de elaborar problemas foi proveitosa a estudante afirmou categoricamente que não seria capaz de resolver às questões elaboradas por ela mesma, mostrando que as dificuldades no aprendizado da Física foram grandes também para alguns participantes desta pesquisa.

Ao responder à mesma pergunta, E15 afirmou:

Humm, mais ou menos, assim é meio difícil, né, eu tenho muita dificuldade em Física, mais como a do navio, eu acho que eu ainda consigo um pouquinho ainda (E15)

Percebe-se que E15 não demonstra confiança em sua capacidade de resolver os problemas, mostrando a fragilidade no aprendizado dos conceitos físicos que foram desenvolvidos durante as aulas.

Outro fato que a ser destacado é que mesmo afirmando que conseguiria resolver os problemas formulados E5 apresentou dificuldades no uso de conceitos físicos que seriam necessários para tal resolução, como pode se perceber no fragmento abaixo:

Consigno, porque deu para entender bem a matéria, deu para visualizar bem, inclusive o primeiro eu até fiz uma troca, mas do segundo em diante eu já consigo fazer a quilometragem por hora, o tempo por hora, já deu para entender bastante, se for para poder formular, eu acho que eu dou conta de novo (E5)

Quando a estudante diz que “o primeiro eu até fiz uma troca” ela se refere ao fato de que ao responder ao terceiro questionário, que pedia para elaborar problemas relacionados ao conteúdo de mecânica, sua pergunta foi a respeito de quando devemos fazer a troca de óleo do carro, o que demonstra que ela confundira o termo Mecânica com aspectos relacionados a automóveis, como foi discutido anteriormente.

Neste capítulo fizemos a interpretação dos dados construídos durante a pesquisa sob o ponto de vista da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Para tanto, foram organizadas categorias de análise que, em diálogo com os referenciais teóricos da pesquisa, nos permitiram tirar conclusões a respeito de todo o processo. Tais conclusões são discutidas a seguir, nas Considerações Finais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho procuramos explorar a dimensão epistemológica da problematização no desenvolvimento dos Três Momentos Pedagógicos. Propondo aos estudantes formularem sistematicamente problemas relacionados ao conteúdo trabalhado esperamos que haja uma gradual apropriação dos conceitos físicos sem que haja um distanciamento do seu universo cultural. Defendemos que ao elaborar seus próprios problemas durante todo o processo de aprendizagem o estudante desenvolverá a habilidade de elaborar problemas em outros contextos que não o escolar. Para tanto, realizamos uma intervenção educativa utilizando os Três Momentos Pedagógicos.

Tivemos a preocupação de avaliar o primeiro momento, a Problematização Inicial, antes de dar continuidade aos outros dois, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento, por entendermos que para esta abordagem é fundamental que haja uma aproximação inicial dos estudantes para garantir a existência de problemas relevantes para eles, que garantam o despertar da curiosidade epistemológica.

O que podemos inferir desta primeira análise é que a Problematização Inicial depende muito da postura dialógica do professor, pois é fundamental que os estudantes se sintam com liberdade de expressão, pois assim eles participam ativamente das aulas com seus questionamentos, gerando expectativas de serem esclarecidos futuramente. Pudemos perceber também, que o interesse pelo estudo da Física é mais significativo quando as situações abordadas fazem parte do universo cultural dos estudantes, ou seja, quando os problemas contemplam a sua realidade. Porém, é importante que ocorra a interferência direta do professor para que a curiosidade natural por problemas do cotidiano se desdobrem em curiosidade epistemológica pelos problemas científicos. Os problemas inicialmente levantados pelos estudantes tinham abordagens elementares, simples, a respeito de elementos de seu cotidiano. Com o transcorrer das aulas, em alguns casos, foi notada a assimilação de elementos da Física nos enunciados propostos pelos estudantes.

O aspecto diferencial da nossa intervenção foi a proposição aos estudantes que elaborassem problemas em diversas situações, na expectativa de se apropriarem da linguagem científica recorrendo, inclusive, à resolução de problemas exemplares como estratégia de aprendizagem. Os problemas elaborados pelos estudantes foram analisados e a partir desta análise selecionamos os participantes que melhor corresponderam às nossas expectativas para realizarmos as entrevistas.

A finalidade das entrevistas foi identificar os elementos constituintes de uma possível aproximação com a linguagem científica na elaboração de problemas fora do ambiente escolar.

Os depoimentos dos estudantes revelaram que o papel do professor continuou sendo fundamental. Os estudantes aprovaram a forma aberta ao diálogo, como foram conduzidas as aulas, e disseram que assim se sentiram mais à vontade para expressarem suas opiniões. Não podemos deixar de destacar que um dos fatos que mais chamou a atenção dos entrevistados, conforme declararam, foi a postura dialógica do professor durante as aulas.

A postura do professor foi correspondida pelos estudantes, pois reconheceram ter havido intensa participação durante as aulas. A maioria deles não se sentiu intimidada e se expressou sem medo de errar, o que contribuiu para um bom andamento das aulas.

Foi possível observar, também, que a oportunidade de elaborar os próprios problemas foi aproveitada pelos estudantes, pois ao criarem suas próprias questões se identificaram com elas, contribuindo para a apropriação das mesmas e para a busca de suas soluções.

Os entrevistados demonstraram que mudaram a forma como encaravam situações do seu dia-a-dia, conseguindo identificar, algumas vezes, a presença de problemas de Física em fatos comuns do cotidiano.

Uma das principais limitações da pesquisa, observada por alguns entrevistados, foi a restrição do conteúdo científico ao estudo do movimento de translação, mais especificamente, a conservação e variação da quantidade de movimento linear, que restringiu o horizonte de problemas que poderiam ser construídos pelos estudantes no seu cotidiano. Em todas as entrevistas foram destacadas situações-problemas que envolviam colisões de automóveis, que foi

um tema bastante explorado durante as aulas. Os entrevistados não se citaram situações-problema que se relacionassem a outras partes da Mecânica pois tais conteúdos não chegaram a ser trabalhados durante as aulas.

Apesar da boa participação dos estudantes, as atividades desenvolvidas na pesquisa não conseguiram levá-los a um aprendizado completo dos conteúdos físicos que foram desenvolvidos, demonstrando que, mesmo ocorrendo a apropriação dos problemas de Física pelos estudantes, ou seja, mesmo conseguindo construir problemas de Física fora do ambiente de sala de aula, os estudantes ainda apresentaram dificuldades em resolvê-los, utilizando os conceitos envolvidos. A presença de tais dificuldades pode ser explicada pelas enormes lacunas existentes no corpo de conhecimentos dos estudantes, já que muitos haviam ficado anos sem frequentar a escola e à grande quantidade de afazeres dos mesmos, tais como o trabalho e as responsabilidades familiares. Assim a aprendizagem encontra obstáculos qualquer que seja a abordagem utilizada.

Acreditamos que com este trabalho conseguimos contribuir com os Três Momentos Pedagógicos levantando uma nova perspectiva: a participação dos estudantes ao longo de todo o processo e não somente na Problematização Inicial. Pedindo aos estudantes que formulassem problemas de Física durante as três etapas acreditamos ter conseguido manter o envolvimento dos mesmos de forma a desenvolver um processo educativo dialógico e problematizador no qual o universo cultural dos estudantes esteve presente todo o tempo. Esperamos que a perspectiva levantada aqui possa ter continuidade em outros trabalhos a serem realizados no futuro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGOTTI, J. P. - **Solução alternativa para a formação de professores de Ciências - Um projeto educacional desenvolvido na Guiné Bissau** - Dissertação de Mestrado, FE/USP - São Paulo: 1982.

_____. **Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências**. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

ASSIS, S. G.; SOUZA, E. R. (org.). **Avaliação por triangulação de métodos: abordagem de programas sociais**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2005.

BACHELARD, G. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Editora Edições 70, 2011,

BAUER, M. W. Análise de conteúdo clássica: uma revisão. In: BAUER, M. W. & GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som – Um manual prático**. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação – uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2000.

BULEGON, A. M.; BATTISTEL, O. L. **O uso do diário da prática pedagógica como um instrumento para a formação continuada do professor**. V ENPEC, Bauru/SP, 2005.

CAMPOS, J. T. de. Paulo Freire e as novas tendências da Educação. **Revista e-Curriculum, PUCSP – SP**, V3(1), 2007.

COSTA, S.S.C; MOREIRA, M.A. – Resolução de problemas II: propostas de metodologias didáticas. **Investigações em Ensino de Ciências – V2(1)**, pp. 5-26, 1997.

DELIZOICOV, D. La Educación en Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.2, p.37-62, 2008. Disponível em: <http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/index.htm>

_____. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis/SC: UFSC, 2001.

_____. **Concepção Problematizadora para o Ensino de Ciências na Educação Formal** - Dissertação de Mestrado, FE/USP - São Paulo, 1982.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

ECHEVERRÍA, M.P.P. & POZO, J. I. Aprender a resolver problemas y resolver problemas para aprender. In: POZO, J.I. (Coord.) **La solución de problemas** Madri, Santillanda, 1994.

FERRARI, P.C. - **Temas Contemporâneos na Formação Docente a Distância - Uma Introdução à Teoria do Caos**. Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC - Florianópolis: 2008.

FREIRE, P. **Extensão e Comunicação**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

_____ **Pedagogia da Autonomia** – Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

_____ **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GARRETTE, A. A. **A entrevista seus princípios e métodos**. Rio de Janeiro: Agir, 1989.

GASKELL, G. Entrevistas individuais e grupais. In: BAUER, M. W. & GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som Um manual prático**. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.

GEHLEN, S.T. **A função do problema no processo ensino-aprendizagem de ciência: contribuições de Freire e Vygotsky** – Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC - Florianópolis: 2009.

GIL-PEREZ, D.; MARTINEZ-TORREGROSA, J.; RAMIREZ, L.; CARRÉE, A. D.; GOFARD, M.; CARVALHO, A. M. P. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 9(1), 1992.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais** – Rio de Janeiro: Record, 2007.

GRAF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 1 - Mecânica**. São Paulo: Edusp, 1993.

KUHN, T.S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1975.

MAY, T. **Pesquisa social: questões, métodos e processos**. 3ª edição, Porto Alegre: Artmed, 2004.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2ª edição, Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos Três Momentos Pedagógicos: Um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria-RS**. Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC - Florianópolis: 2010.

OLIVEIRA, M. K. (1999) Jovens e adultos como sujeitos de conhecimento e aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, V7(8), p. 67 – 77.

PEDUZZI, L. O. Q. Solução de problemas e conceitos intuitivos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 4(1), 17-24, 1987.

_____ Sobre a resolução de problemas no ensino da física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 14(3), 229-253, 1997.

_____ Sobre o papel da resolução literal de problemas no Ensino da Física: exemplos em Mecânica. In: PIETROCOLA, M (Coord.) **Ensino de Física** –

Conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora, Editora da UFSC, Florianópolis, 2005.

POZZOBON, A. E., ROHDE, E. M. C.; METKE, J.; HOFFMANN, M. M. K.; SOMAVILLA, M.; WEBER, S. S. F.; TERRAZZAN, E. Compatibilidade entre competências e habilidades em atividades didáticas produzidas por professores em processo de formação compartilhada. **V ENPEC**, Bauru/SP, 2005.

SANTINI, N. D.; TERRAZZAN, E. A. Ensino de física com equipamentos agrícolas numa escola agrotécnica. **V ENPEC**, Bauru/SP, 2005.

SOUZA, E. R.; MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F.; VEIGA, J. P. C. Construção dos instrumentos qualitativos e quantitativos. In: MINAYO, M. C. S.; ASSIS, S. G.; SOUZA, E. R. (org). **Avaliação por triangulação de métodos: abordagem de programas sociais**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2005.

STRECK, D. R. Cinco razões para dialogar com Paulo Freire. **Revista e-curriculum, PUCSP-SP**, V7(3), 2011.

TRIVINOS, A. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais - a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

ZYLBERSZTAJN, A. Resolução de problemas: uma perspectiva kuhniana. In: **Atas do VI EPEF**. Florianópolis, 1998.

ZYLBERSZTAJN, A. Revoluções Científicas e Ciência Normal na Sala de Aula. In: MOREIRA, M. A. (Org.) **Tópicos de ensino de ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1991.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Listas de exercícios

Anexo 2 – Tabelas de conceitos abordados nos problemas elaborados pelos estudantes

Anexo 1

Listas de Exercícios

Primeira lista

INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS - CAMPUS ANÁPOLIS

Prof.: Leonardo Marengão

Nome: _____

- 1) Um ônibus de 6 toneladas move-se com velocidade de 8 m/s; um caminhão de massa 2 toneladas move-se com velocidade de 20 m/s.
 - a) Calcule as quantidades de movimento dos dois veículos.
 - b) Qual dos dois veículos tem a maior quantidade de movimento?

- 2) Consideremos um automóvel sujeito a uma resultante de forças nula. O que pode-se afirmar a respeito da quantidade de movimento desse carro?

- 3) Qual é a quantidade de movimento de um navio que flutua em repouso nas águas de um lago? O que ocorre com essa quantidade de movimento com o passar do tempo, sabendo que o navio permanece em repouso?

- 4) Em uma roda-gigante uma criança de massa 60 kg gira com velocidade de valor constante e igual a 5 m/s.
 - a) Calcule o módulo da quantidade de movimento da criança.
 - b) O que ocorre com o módulo da quantidade de movimento da criança com o passar do tempo?
 - c) O que ocorre com o VETOR quantidade de movimento da criança com o passar do tempo?

- 5) Uma bola de bilhar está inicialmente parada sobre a mesa.
 - a) Qual o valor da quantidade de movimento dessa bola?
 - b) A bola está em equilíbrio? JUSTIFIQUE.
 - c) Por que o valor da quantidade de movimento da bola varia quando ela recebe uma tacada?

- 6) Um avião, de massa 40000 kg, voa horizontalmente com VELOCIDADE CONSTANTE de 360 km/h.
 - a) Transforme a velocidade do avião para m/s.
 - b) Calcule a quantidade de movimento do avião.
 - c) O que se pode afirmar sobre a força resultante que atua no avião? JUSTIFIQUE
 - d) O avião está ou não em equilíbrio? JUSTIFIQUE.

- 7) Devido à força gravitacional os objetos são atraídos pela Terra para o chão. Assim, quando soltos tendem a cair. Um balão, entretanto, pode parar no ar permanecendo em repouso. Se a quantidade de movimento do balão permanece constante (e nula) é porque a força resultante sobre o mesmo é nula. EXPLIQUE

como isso pode ocorrer já que existe a força gravitacional que atrai o balão para o chão.

8) Quando um carro executa uma curva horizontal com velocidade de valor constante a força resultante sobre o mesmo é ou não é nula? JUSTIFIQUE baseado no que ocorre com o VETOR quantidade de movimento do carro.

9) Um caminhão, de massa 10000 kg é submetido a ação de uma força de 20000 N, durante 5 s. Sabendo que o caminhão estava inicialmente parado, calcule a velocidade que ele adquire.

10) Se um trem se desloca com velocidade constante entre dois pontos de seu caminho pode-se afirmar que o mesmo está em equilíbrio? JUSTIFIQUE. E quando o trem está freando para parar em uma estação pode-se afirmar que ele está em equilíbrio? JUSTIFIQUE.

Segunda lista

Revisão do conteúdo anterior

1) Uma bola de futebol, de 1 kg rola com velocidade de 3 m/s quando recebe um chute e aumenta sua velocidade para 5 m/s. Calcule:

a) a quantidade de movimento da bola antes e depois do chute.

b) a variação da quantidade de movimento sofrida pela bola.

c) a força média exercida pelo pé do jogador sabendo que o chute durou 0,1 s, dizendo se ela é a favor ou contra o movimento.

2) Uma garota pelada sua bicicleta a uma velocidade de 10,8 km/h quando vê um buraco a frente e pressiona os freios, reduzindo a velocidade para 7,2 km/h. Sabe-se que a massa da garota juntamente com a bicicleta é de 100 kg.

a) Transforme as velocidades da garota para m/s.

b) Calcule as quantidades de movimento antes e depois da freada.

c) Calcule a força exercida pelos freios, sabendo que a freada durou 5 s, dizendo se ela é a favor ou contra o movimento.

3) Uma canoa flutua, EM REPOUSO, sobre as águas calmas de um lago.

a) A quantidade de movimento da canoa é constante ou variável?

b) A FORÇA RESULTANTE sobre a canoa é nula ou não? JUSTIFIQUE.

4) Um pára-quedista, um tempo após ter aberto abre seu pára-quedas, cai com uma VELOCIDADE CONSTANTE de 5 km/h até chegar no chão.

a) A quantidade de movimento do pára-quedista é constante ou variável?

b) A FORÇA RESULTANTE sobre o pára-quedista é nula ou não? JUSTIFIQUE.

Novo conteúdo

5) Um carro executa uma curva horizontal com velocidade do VALOR constante.

a) O VETOR quantidade de movimento do carro é constante ou variável?

b) A FORÇA RESULTANTE sobre o carro é nula ou não? JUSTIFIQUE.

- 6) Um avião voa em linha reta com velocidade constante.
- O VETOR quantidade de movimento do carro é constante ou variável?
 - A FORÇA RESULTANTE sobre o carro é nula ou não? JUSTIFIQUE.
- 7) Uma pedra, amarrada à ponta de um cordão, gira horizontalmente quando em um certo momento o cordão arrebenta. O que acontecerá com a pedra? EXPLIQUE.
- 8) Em uma corrida de Fórmula 1 o motor de um carro estoura, derramando grande quantidade de óleo em uma curva da pista. O carro que vinha fazendo a curva logo atrás ao passar pela poça de óleo sai pela tangente, colidindo com o muro de proteção. Explique fisicamente por que o segundo carro saiu pela tangente da curva.
- 9) Um avião da Esquadrilha da Fumaça faz um looping vertical aumentando sua velocidade ao longo da curva. Responda:
- Existe força resultante na direção do movimento do avião? Em caso afirmativo, explique se essa força é a favor ou contra este movimento.
 - Existe força resultante na direção perpendicular ao movimento do avião? EXPLIQUE.
- 10) Um caminhão desce uma ladeira em alta velocidade quando o motorista avista uma curva no final da descida e, decide então, frear o veículo durante o movimento ao longo da curva.
- Existe força resultante na direção do movimento do caminhão? Em caso afirmativo, explique se essa força é a favor ou contra este movimento.
 - Existe força resultante na direção perpendicular ao movimento do caminhão? EXPLIQUE.

Anexo 2

Tabelas de conceitos abordados nos problemas elaborados pelos estudantes

Tabela 1: Relação dos conceitos utilizados pelos estudantes na elaboração de problemas

ALUNO	QUESTIONÁRIO	QUESTÃO	CONCEITO
E1	Q3	1	Equilíbrio
E1	Q3	2	Torque
E1	Q4	-	
E1	Q5	-	
E3	Q3	1	Força e quantidade de movimento
E3	Q4	1	Velocidade média
E3	Q4	2	Velocidade média
E3	Q4	3	Velocidade média
E3	Q5	1	Velocidade média
E3	Q5	2	Equilíbrio
E3	Q5	3	Força e quantidade de movimento
E3	Q5	4	Equilíbrio
E4	Q3	1	Conservação da quantidade de movimento
E4	Q4	1	Força e quantidade de movimento
E4	Q4	2	Força e quantidade de movimento
E4	Q5	1	Força e quantidade de movimento
E4	Q5	2	Equilíbrio
E4	Q5	3	Equilíbrio
E4	Q5	4	Equilíbrio
E4	Q5	5	Velocidade angular
E4	Q5	6	Equilíbrio
E5	Q3	1	Força e quantidade de movimento
E5	Q3	2	Força e quantidade de movimento
E5	Q4	1	Equilíbrio

E5	Q4	2	Força centrípeta
E5	Q5	1	Força (grandeza vetorial)
E5	Q5	2	Força e quantidade de movimento
E5	Q5	3	Força e quantidade de movimento
E5	Q5	4	Força centrípeta
E6	Q3	1	Automóveis
E6	Q4	-	
E6	Q5	1	Equilíbrio
E6	Q5	2	Identificação de forças
E6	Q5	3	Equilíbrio
E6	Q5	4	Força e quantidade de movimento
E6	Q5	5	Força resultante e equilíbrio
E6	Q5	6	Força e velocidade
E7	Q3	1	Máquinas
E7	Q3	2	Máquinas
E7	Q3	3	Máquinas
E7	Q4	1	Máquinas
E7	Q4	2	Máquinas
E7	Q5	1	Equilíbrio
E7	Q5	2	Conservação da quantidade de movimento
E7	Q5	3	Equilíbrio
E7	Q5	4	Pressão
E7	Q5	5	Força e quantidade de movimento
E8	Q3	1	Equilíbrio
E8	Q4	-	
E8	Q5	-	
E9	Q3	1	Pressão hidrostática
E9	Q4	1	Equilíbrio
E9	Q4	2	Força e velocidade

E9	Q5	1	Equilíbrio
E9	Q5	2	Equilíbrio
E9	Q5	3	Velocidade média
E10	Q3	1	Geração de energia
E10	Q3	2	Máquinas
E10	Q4	1	Geração de energia
E10	Q4	2	Força centrípeta
E10	Q5	1	Velocidade média (*)
E10	Q5	2	Velocidade média (*)
E10	Q5	3	Velocidade média (*)
E10	Q5	4	Velocidade média (*)
E10	Q5	5	Velocidade média (*)
E11	Q3	1	Automóveis
E11	Q4	-	
E11	Q5	1	Velocidade média
E11	Q5	2	Velocidade média
E12	Q3	1	Força e quantidade de movimento
E12	Q4	-	
E12	Q5	-	
E13	Q3	1	Conceito de quantidade de movimento
E13	Q4	-	
E13	Q5	-	
E14	Q3	1	Pressão hidrostática
E14	Q4	-	
E14	Q5	-	
E15	Q3	1	Velocidade média
E15	Q4	1	Velocidade média
E15	Q5	1	Equilíbrio
E15	Q5	2	Equilíbrio

E15	Q5	3	Equilíbrio
E15	Q5	4	Equilíbrio
E15	Q5	5	Força e quantidade de movimento
E15	Q5	6	Equilíbrio
E16	Q3	1	Força centrípeta
E16	Q4	1	Conservação da quantidade de movimento
E16	Q5	-	
E17	Q3	1	Automóveis
E17	Q3	2	Automóveis
E17	Q3	3	Automóveis
E17	Q3	4	Automóveis
E17	Q4	-	
E17	Q5	1	Equilíbrio
E17	Q5	2	Equilíbrio
E17	Q5	3	Equilíbrio
E17	Q5	4	Vetores
E17	Q5	5	Automóveis
E17	Q5	6	Força
E18	Q3	1	Força e quantidade de movimento
E18	Q4	1	Força e quantidade de movimento (*)
E18	Q4	2	Conservação da quantidade de movimento (*)
E18	Q5	1	Força e quantidade de movimento
E18	Q5	2	Velocidade média
E18	Q5	3	Velocidade média
E18	Q5	4	Velocidade média
E18	Q5	5	Velocidade média
E18	Q5	6	Força e quantidade de movimento
E19	Q3	1	Geração de energia
E19	Q4	-	

E19	Q5	-	
E21	Q3	1	Equilíbrio
E21	Q3	2	Força e quantidade de movimento
E21	Q4	1	Força
E21	Q4	2	Máquinas
E21	Q4	3	Máquinas
E21	Q4	4	Termodinâmica
E21	Q5	1	Equilíbrio
E21	Q5	2	Equilíbrio
E21	Q5	3	Equilíbrio
E21	Q5	4	Força e quantidade de movimento
E22	Q3	1	Unidades de velocidade
E22	Q4	1	Força e quantidade de movimento (*)
E22	Q4	2	Força e quantidade de movimento (*)
E22	Q5	1	Equilíbrio
E22	Q5	2	Equilíbrio e quantidade de movimento
E22	Q5	3	Equilíbrio e quantidade de movimento
E22	Q5	4	Equilíbrio
E22	Q5	5	Velocidade média
E22	Q5	6	Força centrípeta
E23	Q3	1	Automóveis
E23	Q4	-	
E23	Q5	-	
E24	Q3	1	Máquinas
E24	Q4	1	Força e quantidade de movimento
E24	Q5	1	Força e quantidade de movimento
E24	Q5	2	Força centrípeta
E24	Q5	3	Força e quantidade de movimento
E24	Q5	4	Força e quantidade de movimento

E25	Q3	1	Equilíbrio
E25	Q4	-	
E25	Q5	1	Equilíbrio
E25	Q5	2	Hidrostática
E25	Q5	3	Equilíbrio
E25	Q5	4	Equilíbrio
E26	Q3	-	
E26	Q4	-	
E26	Q5	1	Equilíbrio
E26	Q5	2	Equilíbrio
E26	Q5	3	Equilíbrio
E26	Q5	4	Força e quantidade de movimento
E26	Q5	5	Força e quantidade de movimento

Tabela 2: Relação de estudantes que elaboraram problemas aplicando conceitos pertinentes ao conteúdo desenvolvido durante a realização da pesquisa.

ALUNO	QUESTIONÁRIO	QUESTÃO	CONCEITO
E1	Q3	1	Equilíbrio
E1	Q3	2	Torque
E3	Q3	1	Força e quantidade de movimento
E3	Q4	1	Velocidade média
E3	Q4	2	Velocidade média
E3	Q4	3	Velocidade média
E3	Q5	1	Velocidade média
E3	Q5	2	Equilíbrio
E3	Q5	3	Força e quantidade de movimento
E3	Q5	4	Equilíbrio
E4	Q3	1	Conservação da quantidade de movimento
E4	Q4	1	Força e quantidade de movimento
E4	Q4	2	Força e quantidade de movimento

E4	Q5	1	Força e quantidade de movimento
E4	Q5	2	Equilíbrio
E4	Q5	3	Equilíbrio
E4	Q5	4	Equilíbrio
E4	Q5	6	Equilíbrio
E5	Q3	1	Força e quantidade de movimento
E5	Q3	2	Força e quantidade de movimento
E5	Q4	1	Equilíbrio
E5	Q4	2	Força centrípeta
E5	Q5	1	Força (grandeza vetorial)
E5	Q5	2	Força e quantidade de movimento
E5	Q5	3	Força e quantidade de movimento
E5	Q5	4	Força centrípeta
E6	Q5	1	Equilíbrio
E6	Q5	2	Identificação de forças
E6	Q5	3	Equilíbrio
E6	Q5	4	Força e quantidade de movimento
E6	Q5	5	Força resultante e equilíbrio
E6	Q5	6	Força e velocidade
E7	Q5	1	Equilíbrio
E7	Q5	2	Conservação da quantidade de movimento
E7	Q5	3	Equilíbrio
E7	Q5	5	Força e quantidade de movimento
E8	Q3	1	Equilíbrio
E9	Q4	1	Equilíbrio
E9	Q4	2	Força e velocidade
E9	Q5	1	Equilíbrio
E9	Q5	2	Equilíbrio
E9	Q5	3	Velocidade média

E10	Q4	2	Força centrípeta
E11	Q5	1	Velocidade média
E11	Q5	2	Velocidade média
E12	Q3	1	Força e quantidade de movimento
E13	Q3	1	Conceito de quantidade de movimento
E15	Q3	1	Velocidade média
E15	Q4	1	Velocidade média
E15	Q5	1	Equilíbrio
E15	Q5	2	Equilíbrio
E15	Q5	3	Equilíbrio
E15	Q5	4	Equilíbrio
E15	Q5	5	Força e quantidade de movimento
E15	Q5	6	Equilíbrio
E16	Q3	1	Força centrípeta
E16	Q4	1	Conservação da quantidade de movimento
E17	Q5	1	Equilíbrio
E17	Q5	2	Equilíbrio
E17	Q5	3	Equilíbrio
E17	Q5	4	Vetores
E17	Q5	6	Força
E18	Q3	1	Força e quantidade de movimento
E18	Q4	1	Força e quantidade de movimento (*)
E18	Q4	2	Conservação da quantidade de movimento (*)
E18	Q5	1	Força e quantidade de movimento
E18	Q5	2	Velocidade média
E18	Q5	3	Velocidade média
E18	Q5	4	Velocidade média
E18	Q5	5	Velocidade média
E18	Q5	6	Força e quantidade de movimento

E21	Q3	1	Equilíbrio
E21	Q3	2	Força e quantidade de movimento
E21	Q4	1	Força
E21	Q5	1	Equilíbrio
E21	Q5	2	Equilíbrio
E21	Q5	3	Equilíbrio
E21	Q5	4	Força e quantidade de movimento
E22	Q3	1	Unidades de velocidade
E22	Q4	1	Força e quantidade de movimento (*)
E22	Q4	2	Força e quantidade de movimento (*)
E22	Q5	1	Equilíbrio
E22	Q5	2	Equilíbrio e quantidade de movimento
E22	Q5	3	Equilíbrio e quantidade de movimento
E22	Q5	4	Equilíbrio
E22	Q5	5	Velocidade média
E22	Q5	6	Força centrípeta
E24	Q4	1	Força e quantidade de movimento
E24	Q5	1	Força e quantidade de movimento
E24	Q5	2	Força centrípeta
E24	Q5	3	Força e quantidade de movimento
E24	Q5	4	Força e quantidade de movimento
E25	Q3	1	Equilíbrio
E25	Q5	1	Equilíbrio
E25	Q5	3	Equilíbrio
E25	Q5	4	Equilíbrio
E26	Q5	1	Equilíbrio
E26	Q5	2	Equilíbrio
E26	Q5	3	Equilíbrio
E26	Q5	4	Força e quantidade de movimento

E26	Q5	5	Força e quantidade de movimento
-----	----	---	---------------------------------

Tabela 3: Estudantes selecionados por contribuírem com problemas pertinentes nos três questionários analisados

ALUNO	QUESTIONÁRIO	QUESTÃO	CONCEITO
E3	Q3	1	Força e quantidade de movimento
E3	Q4	1	Velocidade média
E3	Q4	2	Velocidade média
E3	Q4	3	Velocidade média
E3	Q5	1	Velocidade média
E3	Q5	2	Equilíbrio
E3	Q5	3	Força e quantidade de movimento
E3	Q5	4	Equilíbrio
E4	Q3	1	Conservação da quantidade de movimento
E4	Q4	1	Força e quantidade de movimento
E4	Q4	2	Força e quantidade de movimento
E4	Q5	1	Força e quantidade de movimento
E4	Q5	2	Equilíbrio
E4	Q5	3	Equilíbrio
E4	Q5	4	Equilíbrio
E4	Q5	6	Equilíbrio
E5	Q3	1	Força e quantidade de movimento
E5	Q3	2	Força e quantidade de movimento
E5	Q4	1	Equilíbrio
E5	Q4	2	Força centrípeta
E5	Q5	1	Força (grandeza vetorial)
E5	Q5	2	Força e quantidade de movimento
E5	Q5	3	Força e quantidade de movimento
E5	Q5	4	Força centrípeta
E15	Q3	1	Velocidade média

E15	Q4	1	Velocidade média
E15	Q5	1	Equilíbrio
E15	Q5	2	Equilíbrio
E15	Q5	3	Equilíbrio
E15	Q5	4	Equilíbrio
E15	Q5	5	Força e quantidade de movimento
E15	Q5	6	Equilíbrio
E18	Q3	1	Força e quantidade de movimento
E18	Q4	1	Força e quantidade de movimento (*)
E18	Q4	2	Conservação da quantidade de movimento (*)
E18	Q5	1	Força e quantidade de movimento
E18	Q5	2	Velocidade média
E18	Q5	3	Velocidade média
E18	Q5	4	Velocidade média
E18	Q5	5	Velocidade média
E18	Q5	6	Força e quantidade de movimento
E21	Q3	1	Equilíbrio
E21	Q3	2	Força e quantidade de movimento
E21	Q4	1	Força
E21	Q5	1	Equilíbrio
E21	Q5	2	Equilíbrio
E21	Q5	3	Equilíbrio
E21	Q5	4	Força e quantidade de movimento
E22	Q3	1	Unidades de velocidade
E22	Q4	1	Força e quantidade de movimento (*)
E22	Q4	2	Força e quantidade de movimento (*)
E22	Q5	1	Equilíbrio
E22	Q5	2	Equilíbrio e quantidade de movimento
E22	Q5	3	Equilíbrio e quantidade de movimento

E22	Q5	4	Equilíbrio
E22	Q5	5	Velocidade média
E22	Q5	6	Força centrípeta