

QUANDO OS ESTUDANTES ELABORAM OS PROBLEMAS DE FÍSICA

WHEN STUDENTS WORK OUT THE PHYSICAL PROBLEMS

LEONARDO SANTIAGO LIMA MARENGÃO*

PAULO CELSO FERRARI**

MARINEZ MENEGHELLO PASSOS***

SERGIO DE MELLO ARRUDA****

RESUMO

Nesta pesquisa investigamos a possibilidade de os estudantes identificarem problemas de Física em seu cotidiano após terem aulas de Mecânica segundo um processo de problematização, 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 foi proposto aos estudantes que elaborassem problemas de Física. A interpretação das respostas aos questionários e das transcrições das entrevistas por meio 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 no desenvolvimento da percepção com relação à presença da Física em situações do seu cotidiano, ainda que existam dificuldades conceituais de aprendizagem. A atuação dialógica do professor e uma participação ativa dos estudantes ao longo do processo foram características fundamentais para que eles conseguissem identificar 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 - Annapolis 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 see physics problems outside the school environment.

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

* Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM/UEL). E-mail: leomarengao@hotmail.com.

** Doutor em Educação Científica e Tecnológica UFSC. Professor no Instituto de Física e no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da UFG. E-mail: pferrari@ufg.br.

*** Doutora em Educação para a Ciência/UNESP-Bauru. Professora Sênior do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM/UEL). E-mail: marinezmp@sercomtel.com.br. Com o apoio da Fundação Araucária.

**** Doutor em Educação pela Faculdade de Educação/USP. Professor Sênior do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM/UEL). E-mail: sergioarruda@sercomtel.com.br. Com o apoio do CNPq.

INTRODUÇÃO

O ‘resolver problemas’ é uma das principais atividades no ensino de Física. No entanto, nem sempre os estudantes consideram que os problemas são seus. De quem seriam, então, os problemas didáticos de Física? Dos cientistas? Dos professores? Ou poderiam ser dos estudantes?

Certamente, os problemas didáticos não são dos cientistas, ou seja, não são os problemas originais que provocaram a necessidade de construção das teorias científicas. São problemas recriados a partir de um planejamento didático que visa o cumprimento de objetivos ou o desenvolvimento de determinadas competências e habilidades mediante uma transposição didática. Vistos dessa forma, passam a ser problemas do professor, com a finalidade de aprimorar e/ou avaliar a aprendizagem dos estudantes. Podem, também, passar a ser problemas dos estudantes, caso correspondam às suas necessidades, ou, talvez, se forem propostos por eles.

Os estudantes raramente têm a oportunidade de participar da elaboração dos problemas utilizados em sala de aula. No entanto, a habilidade de elaborar problemas pode ser tão importante quanto a habilidade necessária para resolvê-los.

Mesmo considerando que há uma grande contribuição dos problemas “exemplares” para melhor compreensão da teoria, como afirma Zylbersztajn(1998), ao propor os problemas somente ao final de cada capítulo os manuais didáticos não estariam invertendo o vetor epistemológico? Afinal, de acordo com Bachelard (1996), o conhecimento científico é construído por meio da proposição e resolução de problemas. De certa forma, o conhecimento comum também o é, mas a natureza dos problemas que levam à construção do conhecimento individual é diferente, pois nem sempre são pautados pelos princípios da investigação científica. São baseados na vivência cotidiana e nas influências culturais mais próximas. A formulação de problemas, que possam ser minimamente considerados científicos, exige certa imersão na área de estudo. Ela ocorre por meio do compartilhamento de um paradigma, como afirma Kuhn (2011), ou então, corre-se o risco de que encontrem limitações no processo de elaboração do conhecimento, tendendo para um pensamento do senso comum.

Considerando o exposto, temos um aparente paradoxo didático: o problema precisa anteceder o desenvolvimento da teoria, contudo, ao mesmo tempo, exige o conhecimento da produção teórica da área, para ser adequadamente proposto. Nossa hipótese para superar esse paradoxo é partir de necessidades mais imediatas dos estudantes (experiência cotidiana) e, ao agregarmos conhecimentos científicos, reformular o problema que, assim, passa a ter a função epistemológica de gerar a necessidade da aquisição de conhecimento novo e, concomitantemente, expressar a apropriação dos conhecimentos já construídos na área.

Para investigar tal hipótese, propusemos que um grupo de estudantes elaborasse e reformulasse problemas na medida em que os conceitos científicos fossem sendo introduzidos. Esperávamos que, com isso, cada um deles se instrumentalizasse, de modo que pudesse elaborar problemas autenticamente seus, porém, mais próximos dos científicos, ou seja, que satisfizessem suas necessidades imediatas e as ultrapassassem.

O objetivo desta pesquisa, portanto, foi analisar as contribuições da atividade de elaborar e reformular problemas e o desenvolvimento da habilidade de identificar problemas de Física no cotidiano. Nossa questão principal foi saber se os estudantes desenvolveriam um olhar diferenciado em relação aos problemas cotidianos ao elaborarem problemas na sala de aula, estimulados por uma situação escolar.

A PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES NA ELABORAÇÃO DE PROBLEMAS

A discussão sobre “problemas” ganhou mais fôlego e passou a ser mais pesquisada na área de Educação a partir do trabalho de Polya (1995) sobre resolução de problemas de Matemática, no qual o autor propõe uma heurística para a resolução de problemas de lápis e papel. Em uma de suas divulgações, publicada originalmente em francês no ano de 1967 e traduzida para o português em 1985, inspirado nas teorias ativas de aprendizagem, ele sugere que “o professor deveria começar não pelo enunciado completo do problema, mas por sugestões apropriadas e deixar aos alunos o cuidado de uma formulação definitiva” (POLYA, 1985, p. 15).

As teorias ativas geraram inicialmente, dentro do movimento escolanovista, o ensino por descoberta, não diretivo. Porém, em reação a esta teoria, muitos pesquisadores redimensionaram os papéis de professores e estudantes no ensino de Ciências. Em um artigo de revisão da publicação de artigos em revistas da área de ensino entre os anos 1979 a 1994, identifica-se uma tendência, a partir da década de 80 do século passado, em considerar “que a atividade docente em R. P. [Resolução de Problemas] deve ser repensada a fim de proporcionar uma participação maior do aluno desde a proposição do problema até a sua solução [...]” (COSTA; MOREIRA, 1997, p. 9).

Esta tendência tem como base teórica, principalmente, o que Gil-Pérez (1983) denomina “ensino por investigação”, que é uma proposta inspirada em conceitos piagetianos, a qual estabelece um paralelo entre a aprendizagem da ciência e a investigação científica. Os problemas fechados, com dados numéricos prontos (sem a discussão de como são extraídos os dados experimentais), mostraram-se inadequados para esta proposta, enquanto que os problemas abertos, discutidos por Gil et al. (1992), envolvendo situações, diante das quais os estudantes poderiam questionar até mesmo a relevância do problema, dão margem a discussões sobre a própria heurística e oportunizam a participação dos estudantes.

Em outro artigo que se dedica também a uma revisão, Vasconcelos et al. (2007) identificam diversos artigos sobre resolução de problemas, publicados entre os anos 2000 e 2003, cujos processos de ensino e de aprendizagem são desenvolvidos a partir da contextualização de situações reais, incluindo abordagens com orientação nas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e o desenvolvimento de competências. Diversas outras publicações trazem resultados de pesquisas que se dedicam a investigar a resolução de problemas enfocando a participação do estudante nas mais variadas vertentes, entre eles destacamos: associações com aprendizagem significativa, discutidas por Lucero, Concari e Pozo (2006) e metacognição, comentadas em Coleoni e Buteler (2008). Em sua maioria, essas pesquisas referem-se aos problemas propostos após uma introdução conceitual, em geral, nos finais de capítulos de livros. Na teoria de aprendizagem significativa crítica, no entanto, a elaboração de questões a partir de uma visão crítica do conhecimento prévio antecede a introdução da teoria e quando o estudante “aprende a formular esse tipo de questões sistematicamente, a evidência é de aprendizagem significativa crítica” (MOREIRA, 2000, p. 9).

Quando proposto no final do capítulo de um livro, o problema pode ser considerado uma atividade de aplicação (fixação, assimilação) do conhecimento, porém, quando proposto antes da apresentação da teoria, remete à sua função epistemológica original e para tanto precisa estar imerso em um contexto mais próximo de problemas reais dos estudantes, comprometido com as necessidades dos mesmos, colocando-os diante de situações simuladas próximas das enfrentadas pelos cientistas, sem um caminho previamente estabelecido para sua solução. É o que acontece quando se trabalha com uma situação-problema.

Silva e Núñez (2002), ao discutirem a proposta de ensino por problemas no contexto do enfoque sócio-histórico, resgatam as seguintes categorias teóricas: situação-problema, problema, tarefas-problema e o problemático. A situação-problema pode ser disciplinar, mas, quanto mais próxima de problemas reais, mais exige uma abordagem interdisciplinar. Este conceito está presente também nas pesquisas sobre Alfabetização Científica e Tecnológica como a de Pinho Alves e Neri de Souza (2009). A situação-problema pode trazer na sua constituição não um único, mas vários problemas.

Ao levar para a sala de aula uma situação problemática o professor oferece a oportunidade de os estudantes extraírem dela os seus problemas. Esta é, via de regra, a concepção que embasa a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), em inglês *Problem-Based Learning* (PBL). Desenvolvida principalmente na área de saúde, como destaca Berbel (1998), esta concepção de ensino envolve problemas disciplinares e interdisciplinares, sempre comprometidos com a introdução de determinados conceitos. Ou seja, pode ser considerada uma abordagem cognitivista que faz uso de situações-problema. Permite nortear toda uma estruturação curricular, mas pode ser utilizada para introduzir determinados conceitos dentro de uma estrutura curricular clássica.

Embora seja estratégica a participação dos estudantes na concepção de uma situação-problema, ainda pode recair sobre o professor a tarefa de propor tal situação. O professor pode desenvolver uma problematização em seu planejamento sem a participação dos estudantes, levando para a sala de aula somente seu produto: os problemas. Dentro deste contexto assume-se por problematização o processo pelo qual são elaborados problemas, mediante discussões coletivas e/ou reflexão individual.

A efetiva participação dos estudantes na elaboração de problemas, ou de situações-problema, torna-se possível quando se instala um processo dialógico de problematização. É o que acontece na abordagem temática, segundo Freire (2005), que tem como ponto de partida um tema discutido com a comunidade, que define os conceitos a serem estudados mediante discussão dos problemas sugeridos, objetivando uma transformação da realidade. Esta forma de problematização não se adequa a currículos pré-estabelecidos, pois tem como pressuposto a participação dos estudantes na composição curricular a partir de problemas da sua realidade.

Outra abordagem dialógica, inspirada em conceitos vygotksyanos, se encontra nas Situações de Estudo, na qual a problematização é um “momento em que os estudantes também são desafiados acerca de entendimentos sobre algum aspecto relacionado ao tema que faça parte de sua vivência” (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012, p. 6).

No contexto de aplicação das ideias freireanas para o Ensino de Ciências, os Três Momentos Pedagógicos, Problematização Inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, propostos e amplamente discutidos por Delizoicov e Angotti (1992, 2000) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), tem como fundamento básico a problematização orientada pelo professor, pois “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. 132-133). Originalmente desenvolvidos na construção de um currículo de educação em ciências, os três momentos tem sido utilizados para diversas finalidades, como assinalado por Muenchen e Delizoicov (2012). Atualmente, se aplicam tanto em estruturas curriculares quanto em metodologias de ensino.

Para o desenvolvimento desta investigação adotamos o conceito de problematização enquanto metodologia de ensino, compreendendo que os problemas provocam a necessidade de novos conhecimentos e que sua resolução pode implicar na aprendizagem de determinados conceitos científicos.

METODOLOGIA

A proposta desenvolvida foi assumida por uma pesquisa qualitativa envolvendo 28 estudantes da disciplina Física I do curso Técnico em Transporte de Carga, no primeiro semestre de 2011, período noturno, que participa do Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA), em um Instituto Federal de Educação e Tecnologia.

A coleta de dados se deu por meio de questionários com perguntas abertas e entrevistas semi-estruturadas, seguindo as diretrizes de Bogdan e Biklen (1994). Os questionários foram aplicados para todos os participantes e as entrevistas foram realizadas com quatro estudantes selecionados a partir das respostas apresentadas nos questionários. As transcrições das entrevistas passaram a compor o nosso *corpus* de estudo e foram submetidas aos procedimentos da Análise de Conteúdo, de acordo com o que nos apresenta Bardin (2011).

O procedimento investigativo foi realizado em oito aulas, com duração de uma hora e trinta minutos cada, desenvolvendo os Três Momentos Pedagógicos: uma aula para a Problematização Inicial, seis para a organização do conhecimento e uma para a aplicação do conhecimento.

O primeiro momento foi desenvolvido com base nas sugestões do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, GREF, (1993): levantamento das “coisas” da Mecânica, discussão e organização em tabelas por temas. Após as discussões, foram registrados na lousa “problemas” relativos às coisas da Mecânica, que estão apresentados na Discussão dos Resultados (Quadro 1) deste artigo. Ao final da aula os estudantes responderam ao primeiro questionário, com as seguintes perguntas: Descreva, com suas palavras, a aula de hoje. O que mais chamou sua atenção na aula de hoje? Por quê? Com qual (quais) dos problemas levantados durante a aula de hoje você mais se identificou? O que você espera que aconteça nas próximas aulas?

No início da segunda aula (uma semana depois) os estudantes responderam a outro questionário, cujas questões foram as seguintes: Sobre quais problemas de Mecânica você refletiu (ou conversou com alguém) durante a última semana? Quais foram suas reflexões?

Os dois primeiros questionários 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.

Durante o desenvolvimento da organização do conhecimento procurou-se manter o caráter dialógico da proposta dos três momentos, inclusive na resolução de listas de exercícios contendo problemas formulados pelo professor. Os conteúdos trabalhados foram Quantidade de Movimento (conservação e variação) e Leis de Newton. Por duas vezes os estudantes responderam a uma questão assim enunciada (terceiro e quarto questionários): “Invente novos problemas, diferentes daqueles que foram levantados anteriormente nas aulas e nas listas de exercícios, que se relacionem com o conteúdo de Mecânica”. Estas tarefas tiveram por objetivo acompanhar a apropriação de conceitos e estimular a elaboração de problemas.

A última aula foi idealizada para a aplicação do conhecimento. Inicialmente o professor anotou na lousa os problemas levantados pelos estudantes ao final da primeira aula (Quadro 1). 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 oralmente por toda a turma. Finalmente, foi entregue aos estudantes o quinto questionário, com

o enunciado: “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”. Alguns desses problemas serão apresentados na próxima seção deste artigo.

As entrevistas foram realizadas seis meses depois do encerramento da disciplina. Um total de sete estudantes haviam respondido ao terceiro, quarto e quinto questionários, elaborando problemas relacionados ao conteúdo trabalhado durante as aulas. Entretanto três deles abandonaram o curso e, assim, os outros quatro foram selecionados para participarem das entrevistas. O guia da entrevista conteve as seguintes questões: O que você se lembra em relação à disciplina de Física I? Alguma coisa te chamou a atenção: o conteúdo, a metodologia, a turma? Qual(is) problema(s) você se lembra de terem sido propostos por você ou pelos seus colegas na nossa primeira aula? O que você achou de elaborar problemas? Durante esse tempo após o encerramento da disciplina, você pensou em algum outro problema que a Física (Mecânica) pudesse resolver? Faça um comentário sobre a disciplina, destacando o conteúdo, as estratégias do professor, a participação dos estudantes, etc.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para a identificação dos estudantes participantes da pesquisa, os mesmos foram numerados em ordem alfabética de acordo com a lista de chamada da turma. Embora alguns estudantes tenham abandonado o curso a numeração inicial foi mantida. Desse modo, as respostas aos questionários e às entrevistas aparecem com a letra E seguida de um número, que identifica o estudante autor da fala.

Para realizar a análise das respostas dos dois primeiros questionários foram consideradas três categorias: postura do professor; aspectos da realidade dos estudantes e curiosidade epistemológica, emergentes das teorias estudadas para a realização da pesquisa.

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 a seguir revela que tal postura foi observada pelos estudantes. Cabe destacar que traremos somente alguns depoimentos para exemplificar cada uma das categorias, eles foram selecionados por sua representatividade em relação a inúmeros outros que fazem parte do *corpus* analisado e que não é possível, em um artigo, listá-los em sua completude:

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

A postura mais dialógica do professor foi notada 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)

Esse relato anterior 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 ocorriam.

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 seguinte 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)

Esse fragmento destaca a importância da Mecânica para o estudante por sua presença em aspectos da realidade, o que 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 situações do seu dia-a-dia é interessante para o estudante e, por isso, desperta nele 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 mostraram que refletiram sobre tal situação ao longo da semana entre a primeira e a segunda aula, como se pode perceber pela análise do seguinte depoimento:

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 por respostas. A importância dessa interação entre os educandos na busca pelos novos conhecimentos é discutida por Freire (2005). O relato que se segue 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 anterior 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 seja 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 voo dos aviões, E14 propôs que a velocidade do avião estava 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 é 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 relato anterior apresenta muitos fatores que se relacionam com o voo de um avião. Mesmo sem conhecimento científico aprofundado, o estudante já consegue formular uma resposta plausível para o problema.

Curiosidade Epistemológica: Freire (2001) destaca que a 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 cerca, máquinas construções, peças, funcionalidade de cada objeto, a aula de hoje despertou esse novo pensamento. [...] (E25)

Esse depoimento mostra que a curiosidade epistemológica foi despertada com a Problematização Inicial. O estudante percebeu que o conteúdo de Mecânica estava relacionado com diversos elementos que o cercavam e, por isso, houve 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)

Neste destaque apresentado temos um importante aspecto da etapa da Problematização Inicial que é o de 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, demonstra que foi gerada a curiosidade epistemológica.

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

As respostas aos 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.

Na continuidade desta seção em que trazemos diversas discussões e resultados relativos aos dados coletados, apresentamos algumas características dos problemas elaborados pelos estudantes e, em seguida, considerações a respeito das entrevistas.

Da lista de nove problemas propostos pelos estudantes no início do curso, enumerados no Quadro 1, apenas os cinco primeiros foram considerados resolvidos ao final do processo devido às limitações do conteúdo programático da disciplina.

Quadro 1 - Problemas propostos pelos estudantes na Problematização Inicial

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

Fonte: os autores

Com relação aos problemas, cabe ainda destacar que os estudantes não eram ‘obrigados’ a reeaborar todos os problemas do Quadro 1 à medida que as aulas eram desenvolvidas e os problemas retomados. Os problemas 3, 4 e 5 foram analisados apenas com o uso do conceito de força resultante, sem o estudo de Mecânica de fluidos. Os resultados que trazemos a seguir, tiveram como balizador o quinto questionário, que contou com a participação de quinze dos vinte e oito alunos da turma.

Desses quinze participantes: nove elaboraram problemas envolvendo um navio (problema 4); nove envolvendo os movimentos do caminhão e do carro (problema 2); oito sobre o movimento do balão (problema 5); oito a respeito da fixação das telhas (problema 1); sete envolvendo o movimento do avião (problema 3).

Uma característica comum marcante foi a tentativa de elaborar problemas numéricos, como por exemplo:

Por que um caminhão com peso de 50 mil quilos é mais lento que um carro de 2 mil quilos? (E15)

Por que um avião com 200 passageiros suporta tanto peso e não cai? (E17)

Nota-se que os problemas são os mesmos que os originais, mas a preocupação com a quantificação reflete a tentativa de elaborar um problema mais científico. Em alguns problemas são manifestadas preocupações de utilizar a própria linguagem científica, como por exemplo:

*Sabendo que um navio está flutuando em um lago, ele está em repouso: a) Qual é sua quantidade de movimento? b) Explique: como ele se mantém sobre as águas? (E23)
Como a força resultante atua sobre a flutuação de um balão? (E6)*

Nem sempre a quantificação ou a linguagem científica são relevantes ou estão corretamente aplicadas, mas atenderam à proposta de reelaboração incorporando novos conhecimentos de Física. Ainda uma terceira característica pode ser observada, a tentativa de elaboração de problemas práticos, como por exemplo:

*Um telhado composto de laje, madeira, telha, pesa em média 900 kg, sendo que um pilar de sustentação aguenta 7,50 kg. Quantos pilares vou precisar nesta casa? (E9)
Por que um navio pequeno com 60 toneladas de carga pode navegar em águas rasas, e um navio grande com 180 toneladas de carga não pode navegar em águas rasas, só profundas? (E7)*

Aqui também se notam dificuldades com a linguagem científica, mas para os propósitos da nossa pesquisa esses resultados significam contribuições para um olhar diferenciado em relação aos problemas cotidianos de Física.

Há também os problemas não resolvidos, que não entram no nosso processo de análise. Sobre eles informamos que oito estudantes elaboraram problemas relacionados às motos, contudo não discutiram o movimento de rotação das rodas. O macaco e o motor foram temas de dois problemas cada, e da mesma forma que aqueles que envolviam as motos, não traziam a solução e, além disso, não tinham relação com o problema original. Além desses, foram elaborados doze problemas envolvendo cinemática e seis abordando outros conceitos, não analisados por fugirem do tema delimitado pela pesquisa.

Como esclarecido, tendo como base os questionários, convidamos alguns estudantes para a realização das entrevistas. Dos que ainda se mantinham na instituição, passamos a ter quatro sujeitos de pesquisa. Após a realização das entrevistas e suas transcrições, inspirados pelos procedimentos da Análise de Conteúdo, buscamos acomodar os relatos por aproximação de significado, relacionados às respostas obtidas para nossas perguntas. Desse processo analítico emergiram quatro categorias: participação dos estudantes, problemas discutidos durante as aulas, papel da participação dos estudantes na elaboração dos problemas, problemas cotidianos após o encerramento do curso. A seguir trazemos as detalhes sobre cada uma delas, seguidos de exemplos de depoimentos que em nossa visão são representativos daquela categoria. Novamente informamos que selecionamos alguns relatos entre vários que poderiam ser acomodados em cada categoria.

Participação dos estudantes: Nesta categoria reunimos depoimentos, extraídos de respostas à primeira pergunta da entrevista que, de alguma forma, justificam a participação dos estudantes durante as aulas.

[...] ele deixava todo mundo bem à vontade [...] nós falamos de assuntos atuais, que nós vemos todos os dias, e que chamava bastante atenção de todos, prendia atenção, por estar na atualidade, por estar no dia a dia que nós estamos tendo. (E16)

Coube ao professor o papel de direcionar as discussões em sala de aula, sempre instigando a participação dos estudantes:

[...] todo mundo participava porque muita gente que estudou, já tinha estudado física ou não, o professor sempre chegava com novidade então para gente eram interessantes as novidades [...]. (E26)

[...] o professor interagia muito com os alunos, era uma aula participativa, em que os alunos eram chamados a participar, a pensar, raciocinar [...] os problemas que a gente teve que fazer, refazer. (E27)

Problemas discutidos durante as aulas: Com esta categoria procuramos avaliar a importância que os problemas tiveram para os estudantes a ponto de permanecerem em suas memórias e serem destacados durante a entrevista.

Convidados a relembrem os problemas 8, 5 e 4 (nesta ordem) levantados na primeira aula (ver Quadro 1), os depoentes manifestam-se (aqui selecionamos dois depoimentos relativos ao problema 4):

[...] eu mesma questioneei como funcionava o motor de um carro, uma colega porque o balão não caía, [...], o navio não afundava. (E11)

Por que o navio não afundava, porque ele era tão enorme, tão pesado, por que não afundava. (E16)

Mesmo problemas não resolvidos durante as aulas foram lembrados pelos estudantes, é o caso dos problemas 5, 9, 7 e 1. A seguir selecionamos comentários sobre os problemas 1 e 6:

[...] porque que o balão não cai, porque teve um que a gente nem estudou ainda, não teve tempo de estudar: porque o cardã gira, como funciona um macaco, porque as telhas são fixas no telhado. (E26)

[...] por que que as telhas no telhado se sustentam [...] por que que a moto consegue fazer uma curva sem cair? (E27)

Papel da participação dos estudantes na elaboração de problemas: Nesta categoria reunimos respostas à pergunta da entrevista: o que você achou de elaborar problemas?

Como a atividade de elaboração de problemas se constitui também de situações dialógicas, os estudantes aproveitavam para expressar suas dúvidas. O depoimento a seguir exemplifica tal contexto:

[...] por ele dar a oportunidade, às vezes uma pequena dúvida para gente é esclarecida durante a aula. (E11)

Orientados para construir problemas que considerassem relevantes, a atividade permitiu ainda a elaboração de percepções sobre outros aspectos da realidade.

Porque faz ele pensar mais nas coisas do dia-dia dele, na coisa que ultrapassou, coisa que ele nunca viu e coisa que tá ali todo dia, então chama mais atenção pra poder resolver, fica mais fácil de entender. (E16)

O estudante acredita que os problemas mais próximos da realidade tornam a Física mais fácil de ser entendida, o que pode ser interpretado como um aumento na predisposição para a aprendizagem. A atividade de elaboração de problemas auxiliou também na revisão dos conceitos, como pode ser constatado a seguir:

[...] 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. (E27)

Outro fato a ser destacado é que mesmo estudantes que tem reconhecidamente muita dificuldade com relação à disciplina, acabaram desenvolvendo a habilidade de elaborarem problemas e indicando o quanto foi gratificante tal feito:

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 [...]. (E26)

Problemas cotidianos após o encerramento do curso: Nesta categoria avaliamos o quanto a atividade contribuiu para o reconhecimento da Física em situações cotidianas. Na maioria dos depoimentos encontramos situações relacionadas a desastre no trânsito. Selecionamos algumas delas para ilustrar essa incidência.

[...] perto da minha casa, tombou um caminhão de gás e eu queria saber: porque o caminhão tombou? (E11)

Em alguns casos, é possível perceber referências aos conteúdos trabalhados durante as aulas.

[...] 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? (E16)

No relato a seguir nota-se que o estudante percebeu que havia um problema com a distância que o motoqueiro atingiu ao ser arremessado durante o acidente.

[...] os acidentes que eu vejo, tipo velocidade com a massa, porque um caminhão, igual eu vi um caminhão atropelar um motoqueiro, então para mim ali, para mim já era um problema de Física. (E26)

No caso do estudante E27, embora ele não defina exatamente qual seria o problema, fica evidente que ele já conseguiu identificar variáveis presentes na situação em análise.

[...] como nosso corpo, porque assim, consegue sustentar, porque assim, cada pessoa tem uma máquina no corpo, como que nosso corpo às vezes consegue sustentar durante vários anos o excesso de peso? (E27)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do proposto, foi possível evidenciar que os estudantes, ao serem convidados a elaborar problemas tiveram a oportunidade de discutir situações que poderiam se configurar como problemas relacionados à disciplina de Física.

Pode-se concluir também, diante da análise dos depoimentos, que esta proximidade trouxe para os estudantes investigados a sensação de facilitação da aprendizagem, além de ser mais uma oportunidade para manifestarem suas dúvidas e revisarem conceitos.

Outra constatação a que chegamos foi a de que, para alguns, elaborar problemas e solucioná-los, posteriormente, tornou-se tão gratificante quanto somente resolvê-los.

Uma das principais limitações da pesquisa relaciona-se à restrição do conteúdo ao estudo de conservação e variação da quantidade de movimento linear, que reduziu o horizonte de problemas que poderiam ser construídos pelos estudantes no seu cotidiano. Nos relatos foram destacadas situações-problemas que envolviam colisões de automóveis, sendo esse um tema bastante explorado durante as aulas. Os entrevistados não citaram situações-problema que se relacionassem a outras partes da Mecânica, pois tais conteúdos não chegaram a ser trabalhados durante as aulas assumidas para a realização desta pesquisa.

Apesar da boa participação dos estudantes, os mesmos não conseguiram alcançar um aprendizado completo dos conteúdos desenvolvidos, demonstrando que, mesmo possuindo habilidades para construir problemas de Física fora do ambiente de sala de aula, eles ainda apresentaram dificuldades em resolvê-los, utilizando os conceitos estudados. 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 (por isso a opção pela EJA) e pela grande quantidade de afazeres dos mesmos, tais como o trabalho e as responsabilidades familiares.

Acreditamos que com esta investigação conseguimos fazer uso dos Três Momentos Pedagógicos com estudantes da EJA, levantando uma nova perspectiva: a participação dos estudantes ao longo de todo o processo estabelecido por esses momentos e não somente na Problematização Inicial. O fato de solicitar aos estudantes que formulassem problemas de Física durante as três etapas, a nosso ver conseguiu 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.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BERBEL, N. A. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, v. 2, n. 2, p. 139-154, 1998.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto, Portugal: Porto Editora, 1994.

COLEONI, E.; BUTELER, L. Recursos metacognitivos durante la resolución de un problema de Física. **Investigaciones em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 371-383, 2008.

COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. Resolução de problemas II: propostas de metodologias didáticas. **Investigaciones em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 1, p. 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: <<https://goo.gl/ECCpOB>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

_____. Problemas e Problematisações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. UFSC, 2001.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Física**. São Paulo: Cortez, 1992.

_____. **Metodologia de ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2000. (Coleção Magistério. 2º grau.).

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

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

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

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a Educação em Ciências. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012.

GIL, D.; TORREGROSA, J. M.; RAMÍREZ, L.; CARRÉE, A. D.; GOFARD, M.; CARVALHO, A. M. P. de. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 9, n. 1, p. 7-19, 1992.

GIL-PÉREZ, D. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, n. 1, p. 26-33, 1983.

GREF, G. R. E. F. **Física 1- Mecânica**. São Paulo: Edusp, 1993.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2011.

LUCERO, I.; CONCARI, S.; POZZO, R. El análisis cualitativo en la resolución de problemas de Física y su influencia en el Aprendizaje Significativo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p. 85-96, 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica**. 2000. Disponível em: <<http://goo.gl/svQJNp>>. Acesso em: 20 ago. 2016.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. **Revista Ensaio**, v. 14, n. 3, p. 199-215, 2012.

PINHO ALVES, J.; NERI DE SOUZA, F. Analisando os padrões de questionamento presentes na Ilha Interdisciplinar de Racionalidade de Fourez. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VII, 2009, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis, 2009.

POLYA, G. Ensino por meio de problemas. **Revista do Professor de Matemática**, n. 7, p. 11-16, 1985.

_____. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

SILVA, S. F.; NÚÑEZ, I. B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes - reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6B, p. 1197-1203, 2002.

VASCONCELOS, C.; LOPES, B.; COSTA, N.; MARQUES, L.; CARRASQUINHO, S. Estado da arte na resolução de problemas em Educação em Ciencia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 235-245, 2007.

ZYLBERSZTAJN, A. Resolução de problemas: uma perspectiva kuhniana. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, VI, 1998, Florianópolis, SC, Brasil. **Atas...** Florianópolis, SC, Brasil, 1998.

RECEBIDO EM: 25 ago. 2016

CONCLUÍDO EM: 29 set. 2016

