



ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS E PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA DISCUSSÃO A RESPEITO DO CONCEITO DE PROBLEMA

Leonardo Santiago Lima Marengão¹, Angela Marta Pereira das Dores Savioli²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG/leonardo.marengao@ifg.edu.br

²Universidade Estadual de Londrina - UEL/angelamartasavioli@gmail.com

Resumo:

Este artigo apresenta uma discussão teórica acerca de concepções epistemológicas e pedagógicas a respeito do conceito de problema para o Ensino de Ciências em geral e de Física em particular. O trabalho traz pesquisas cujos resultados mostram que uma articulação entre o conhecimento da natureza da ciência por parte dos professores de Física pode levar a melhores resultados na aprendizagem escolar dos seus estudantes. Defende-se então que há a necessidade de uma maior harmonização entre a utilização dos problemas enquanto instrumentos didáticos e a sua natureza epistemológica. Com base em Gaston Bachelard, entende-se os problemas como sendo motores para o desenvolvimento do conhecimento científico. Tendo como referencial Paulo Freire, defende-se que os problemas sejam elementos introdutórios do conteúdo científico e não apenas fixadores deste, como é sugerido pela perspectiva problematizadora do Ensino de Ciências.

Palavras-chave: Ensino de Física. Epistemologia. Problematização.

Introdução

A disciplina de Física do Ensino Médio por vezes é considerada problemática. Para alguns estudantes, o seu aprendizado é tido como sendo algo complicado, penoso, alcançado somente com dificuldades, de modo que ao terminarem a educação básica eles se sentem aliviados. Também acontece que boa parte dos professores muitas vezes se frustra pelo baixo rendimento dos alunos apesar de todos os seus esforços, o que acaba fazendo com que se sintam impotentes ou até mesmo desmotivados profissionalmente. Temos então, ao mesmo tempo estudantes considerando que a Física não foi feita para eles e professores acreditando que seus alunos não se esforçam o bastante para aprendê-la, ou seja, ambas as partes procuram se isentar da responsabilidade pelo fracasso dos processos de ensino e de aprendizagem.

A nosso ver, a insatisfação de parte dos professores de Física em relação ao aprendizado de seus alunos deveria ser um motivo que os levassem a considerar a possibilidade de promoverem mudanças em suas práticas docentes, o que, infelizmente nem sempre ocorre por diversos fatores, tais como excesso de carga horária e baixa remuneração, conforme discute Pugliese (2017).

Seguindo a linha de pensamento defendida por Gil et al. (2001), acreditamos na existência de um certo distanciamento entre o processo pelo qual se desenvolve a ciência e a forma como esta é ensinada nas escolas. Julgamos que essa falta de harmonia entre os aspectos

epistemológico e pedagógico contribui para o surgimento de uma separação entre a Física e os estudantes, e que isso seja um dos fatores que acaba por afastá-los do estudo dessa ciência. Defendemos que um conhecimento mais aprofundado dos professores a respeito do processo de construção da ciência permitiria que a ação docente buscasse o estreitamento dessa lacuna, o que poderia contribuir para uma aprendizagem mais significativa, conforme apontam Massoni e Moreira (2010). Assim, buscamos sustentar que é necessário haver uma maior compatibilização entre a ação pedagógica dos professores de Física com a forma pela qual se dá a construção do conhecimento dessa ciência.

Dificuldades para o aprendizado da Física no Ensino Médio

O Ensino Médio geralmente trabalha com estudantes na adolescência, fase tumultuada da vida, repleta de dúvidas e questionamentos a respeito do futuro quanto ao estudo, trabalho, e relações sociais. Fatores como esses interferem no rendimento escolar e na aprendizagem dos alunos. Nesse sentido, Ricardo e Freire (2007), argumentam que o Ensino Médio é:

[...] o nível escolar que mais sente essa pressão social, pois sua conclusão coincide com a idade em que os jovens estarão ingressando no mercado de trabalho, embora alguns já o tenham feito, ou darão prosseguimento em seus estudos, vislumbrando uma profissão técnica ou de nível superior (RICARDO; FREIRE, 2007, p. 251).

Destacamos também a existência de dificuldades a serem enfrentadas por muitos professores de Ensino Médio, como passar grande parte de seu tempo em sala de aula ou na locomoção entre unidades escolares e lecionar para diversas turmas, o que influencia na aprendizagem dos estudantes. Ao tratar dessa temática, Pugliese (2017) aponta que:

Não há tempo disponível para a articulação entre professores, para o trabalho reflexivo ou para a pesquisa e a investigação dos problemas cotidianos e da busca por mudanças educacionais ou inovações, nem sequer de implementações de reformas impostas por forças externas. É fácil perceber que grandes sugestões de inovações não interferem significativamente na realidade da sala de aula, mesmo após muitos anos. (PUGLIESE, 2017, p. 973)

Somam-se a isso as dificuldades por vezes encontradas pelos estudantes de Ensino Médio quanto ao aprendizado da Física, como é discutido por Araújo (2015). Ao investigar uma escola de nível médio do Piauí, o autor aponta serem “a falta de fundamentação matemática

e dificuldade interpretativa dos enunciados das questões” (ARAÚJO, 2015, p. 13), entraves à aprendizagem da Física que, apesar de aparecerem em uma amostra pontual, podem colaborar para que uma reflexão sobre a prática docente. Percebe-se então que existem várias questões a serem discutidas no que diz respeito ao aprendizado da Física pelos estudantes de Ensino Médio, conforme analisam Arantes et al. (2014).

Aspectos epistemológicos e pedagógicos

As ciências do conhecimento (epistemologia) e da educação (pedagogia) estão intimamente relacionadas ao desenvolvimento dos processos de ensino e de aprendizagem. Essas duas áreas influenciam diretamente a ação docente, uma vez que “da concepção epistemológica deriva a concepção de ciência que é ensinada” (CHINELLI; FERREIRA; AGUIAR, 2010, p.18). Ao tratar da importância do estudo da epistemologia na formação de professores de Física, Massoni e Moreira (2014) apontam que:

[...] aqueles docentes que detêm concepções mais atuais, mais flexíveis sobre a natureza da ciência, possivelmente transformadas por influência de disciplinas de Epistemologia, ou similares, por seus históricos acadêmicos, adotam consciente, e, às vezes, inconscientemente, estratégias didáticas diferenciadas com a mesma abertura de espírito, flexibilidade e predisposição para o desconhecido como concebem o processo da ciência em si. (MASSONI; MOREIRA, 2014, p.613)

De uma maneira geral, a falta de harmonização entre as concepções epistemológicas e pedagógicas dos professores de Física pode ser um fator que contribui para o fracasso escolar na aprendizagem dessa disciplina. Gil et al. (2001) chamam essas incompatibilidades de “deformações”, de forma que:

[...] uma consideração explícita de tais deformações pode ajudar a questionar concepções e práticas assumidas de forma acrítica e a aproximar-se de concepções epistemológicas mais adequadas que, se devidamente reforçadas, podem ter incidência positiva sobre o ensino. (GIL et al., 2001, p. 127)

Essa falta de articulação também é observada no que diz respeito ao papel dos problemas enquanto instrumentos didáticos. Ao apresentarem o conteúdo científico em suas aulas, os professores muitas vezes “não fazem referência aos problemas que estão na origem da construção de tais conhecimentos” (GIL et al., 2001, p.131). Assim, há um distanciamento entre

as naturezas pedagógica e epistemológica de acordo com a concepção de Bachelard (1996), segundo o qual:

Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído. (BACHELARD, 1996, p. 18).

Bachelard (1996) critica a valorização demasiada dos fatos em detrimento das indagações, apontando o quanto “a resposta é muito mais nítida do que a pergunta, ou melhor, a resposta é dada antes que se esclareça a pergunta” (BACHELARD, 1996, p.55). São também importantes para a epistemologia bachelardiana os chamados “obstáculos epistemológicos”, compreendidos como elementos que barram o surgimento de novas ideias e dessa forma evitam o progresso da ciência, mantendo-a em um estado de “imobilismo”. (BACHELARD, 1996), gerando “estagnação e regressão na ciência” (COSTA, 2012, p.5).

Seguindo a mesma linha de raciocínio que argumenta que os “obstáculos epistemológicos” causam estagnação no conhecimento científico, Bachelard (1996) também destaca que no ensino ocorre algo semelhante. Assim, ele cria a noção de “obstáculo pedagógico”, o qual deve ser superado pela ação educativa. Segundo este autor:

Na educação, a noção de obstáculo pedagógico também é desconhecida. Acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que os outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda. [...] Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto a ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já construídos: não se trata, portanto, de *adquirir* uma cultura experimental, mas sim de *mudar* de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana (BACHELARD, 1996, p. 23).

Outro importante teórico que condena a natureza estática do ensino é Paulo Freire, o qual defende que “*formar* é muito mais do que puramente *treinar* o educando no desempenho das destrezas” (FREIRE, 2002, p.9). Ao criticar aquilo que denomina concepção “bancária” de educação, Freire (2005) argumenta que “a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los” (FREIRE, 2005, p.66).

Assim, no processo educativo:

[...] não há transformação, não há saber. Só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente, que os homens fazem no mundo, com o mundo e com os outros (FREIRE, 2005, p.67).

Este autor aborda a “questão da inconclusão do ser humano, de sua inserção num permanente movimento de procura” (FREIRE, 2002, p.13), de modo que sua pedagogia busca enfrentar os problemas da realidade; valorizando o senso comum como ponto de partida para o conhecimento (FREIRE, 2001), o que denota uma aproximação entre as concepções pedagógicas de Freire e Bachelard. Também é defendido por Freire (2002), o movimento que leva da “curiosidade ingênua e acrítica, virando epistemológica”, esta uma curiosidade crescente que traria a recusa da educação “bancária” (FREIRE, 2002, p.13). Segundo ele:

Não há para mim, na diferença e na “distância” entre a ingenuidade e a criticidade, entre o saber de pura experiência feito e o que resulta dos procedimentos metodicamente rigorosos, uma ruptura, mas uma superação. A superação e não a ruptura se dá na medida em que a curiosidade ingênua, sem deixar de ser curiosidade, pelo contrário, continuando a ser curiosidade, se critica. Ao criticizar-se, tornando-se então, permito-me repetir, curiosidade epistemológica, metodicamente “rigorizando-se” na sua aproximação ao objeto, conota seus achados de maior exatidão (FREIRE, 2002, p.34).

Percebe-se aí uma certa diferença entre as concepções pedagógicas de Bachelard e Freire, uma vez que para este o processo educativo se dá através da superação da curiosidade ingênua (associada ao senso comum) e não da ruptura com a cultura do estudante, como defende Bachelard.

Os problemas estão ligados à construção do conhecimento científico e costumam ser empregados no processo de Ensino de Ciências em geral e de Física, em particular. Possíveis incompatibilidades entre essas duas perspectivas (epistemológica e pedagógica) podem contribuir para o fracasso escolar.

Problemas, desenvolvimento da ciência e seu ensino

Um problema é aquele tipo de situação, quantitativa ou não, a qual requer que sejam traçados caminhos desconhecidos para ser enfrentada, ou seja, a pessoa deve implementar ações que não são a princípio óbvias para ela (KRULIK; RUDNIK, 1980). Resolver um problema é

encontrar uma rota de saída para uma situação a princípio complicada, ou seja, é vencer um obstáculo (POLYA, 1995). Tanto na vida escolar quanto fora dela nos deparamos com momentos nos quais não possuímos soluções imediatas, de modo que a resolução de problemas “se faz presente, rotineiramente, não apenas no trabalho dos cientistas e nas atividades escolares dos estudantes, mas no dia-a-dia das pessoas em geral” (PEDUZZI, 1997, p. 229).

Os problemas podem desempenhar um importante papel na ação pedagógica, tendo o potencial de “contribuir desde a formação de concepções epistemológicas bem estruturadas até o desvelamento de contradições sócio-históricas comuns à vivência de um determinado grupo” (SILVA; PENIDO 2011, p.2). Ao resolverem problemas de Física, os estudantes:

[..] aprendem a aplicar as versões apropriadas das leis físicas (generalizações simbólicas) a contextos específicos, um processo através do qual novos problemas passam a ser encarados como casos análogos àqueles já encontrados previamente. (ZYLBERSTAJN, 1998, p. 10).

O desconhecimento da função epistemológica dos problemas (como gênese do conhecimento científico, de acordo com a linha bachelardiana) pode levar os professores a empregá-los de maneira a não contribuírem substancialmente para o aprendizado dos estudantes, caracterizando uma subutilização do seu potencial pedagógico. Ao tratar do assunto, Peduzzi (1997), destaca 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).

Como ocorre com qualquer outro instrumento didático, para que os problemas colaborem efetivamente para o aprendizado dos estudantes, é importante que os professores façam reflexões a respeito dessa utilização. Seguindo essa linha de raciocínio, Gil et al. (1992) argumentam que:

Quando se pergunta ao professor em atuação quais podem ser as causas do fracasso generalizado na resolução de problemas de Física, raramente expõem razões que culpem a própria didática empregada. (GIL et al., 1992, p. 8)

Geralmente o conteúdo, formado por conceitos, leis, etc., é primeiramente apresentado e, em seguida, são propostas questões a serem resolvidas tanto pelo professor quanto pelos alunos. Quando os processos de ensino e de aprendizagem são considerados bem-sucedidos, acredita-se que os estudantes tenham desenvolvido habilidades que os tornam capazes de resolver outros problemas semelhantes, os quais costumam ser cobrados nas avaliações. Assim, um ciclo é finalizado e a sequência conteúdo-problemas-avaliação se reinicia a partir de um novo conteúdo. Esse tipo de processo, o qual denominamos aqui de modelo tradicional, pode ser esquematizado como na Figura 1, a seguir.

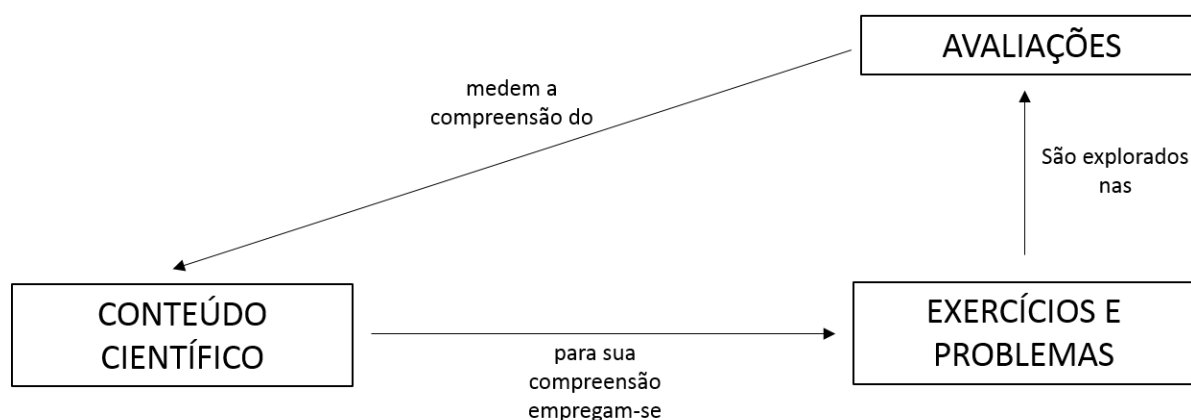


Figura 1: Modelo tradicional de ensino de Física

Acreditamos que quando o Ensino de Ciências segue o percurso descrito acima ele se constitui de um processo fechado em si mesmo, o qual não contribui significativamente para que os estudantes façam análises mais profundas a respeito de como se dá o desenvolvimento do conhecimento científico tal qual pressupõe a epistemologia bachelardiana. Como não são feitas referências aos problemas que estão na origem da construção desse conhecimento, acaba-se reforçando uma visão aproblemática da ciência. (GIL et al., 2001), que pode causar nos estudantes uma impressão de que a ciência surge a partir do nada e os problemas são elaborados apenas para serem utilizados como ferramentas de aprendizagem, uma vez que:

[...] a orientação básica fornecida para que o aluno se aproprie do conhecimento que está sendo abordado no tópico particular ensinado resume-se, na maioria das vezes, à resolução de uma lista de problemas e exercícios, quer especialmente preparada, quer simplesmente retirada do livro texto adotado. (DELIZOICOV, 2001, p. 1)

Transmitir aos estudantes uma sensação de artificialidade dos problemas não contribui para que eles compreendam a maneira pela qual se dá o desenvolvimento do conhecimento

científico, uma vez que diverge da forma como de fato tem sido construída a ciência. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), ao tratarem do assunto, consideram que:

[...] o próprio conhecimento das Ciências Naturais foi construído com base em fenômenos e eventos e em técnicas de controle e utilização de processos naturais. Ou seja, grande parte de sua fonte estava em problemas do cotidiano e/ou terminou por gerar tecnologias que afetam diretamente esse mesmo cotidiano. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p.140).

Uma má compreensão da real importância dos problemas para as ciências, tratados como meros instrumentos didáticos, pode levar os estudantes a não se sentirem verdadeiramente instigados a resolvê-los, encarando-os simplesmente como enfadonhas tarefas escolares, o que não favorece muito o aprendizado já que “os conceitos desvinculados dos problemas são desprovidos de significado”. (SILVA; PENIDO, 2011, p.5). Desse modo, é possível que os estudantes cumpram o ciclo conteúdo-problemas-avaliação (inclusive com a obtenção de bons resultados nas avaliações) sem que haja grandes reflexões acerca daquilo que estão fazendo e, principalmente, do porquê de o fazerem.

A problematização para o Ensino de Ciências

A problematização é uma abordagem na qual a sequência didática obedece a uma ordem diferente daquela que ocorre no ensino tradicional, com os problemas antecedendo a teoria, uma vez que são eles “que devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem” (DELIZOICOV, 2001, p. 5). Assim, obtém-se uma melhor compatibilização entre os preceitos epistemológicos e pedagógicos no Ensino de Ciências o que, como já foi apontado, pode contribuir para melhores resultados na aprendizagem dos estudantes, conforme destacam trabalhos como o de Massoni e Moreira (2010).

Com base na concepção já exposta de que sem a presença de problemas não há desenvolvimento do conhecimento científico, pode-se dizer que do ponto de vista epistemológico, uma abordagem problematizadora apoia-se em Bachelard (1996), o qual 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. (BACHELARD, 1996, p. 18)

Do ponto de vista pedagógico, a problematização baseia-se em Freire (2002), o qual argumenta existir uma curiosidade própria do estudante que deve ser transformada em “curiosidade epistemológica” na medida em que ele perceba a importância da aquisição de conhecimento. Segundo ele:

a curiosidade ingênua que, ‘desarmada’, está associada ao saber do senso comum, é a mesma curiosidade que, criticizando-se, aproximando-se de forma cada vez mais metodicamente rigorosa do objeto cognoscível, se torna curiosidade epistemológica. Muda de qualidade, mas não de essência. (FREIRE, 2002, p. 34 - 35)

Na tentativa de transformar a “curiosidade ingênua” do estudante em “curiosidade epistemológica”, em uma abordagem pedagógica problematizadora os problemas não devem ser tratados como simples aplicações da teoria, mas sim construídos ao mesmo tempo que ela, de modo que a necessidade de se buscar soluções para tais problemas contribua para que o aprendizado se desenvolva.

A problematização não se trata de motivação para o estudo ou mesmo de contextualização do conteúdo (RICARDO, 2010). Os problemas devem possuir real significado para os estudantes, para que eles, na busca pelas soluções de tais problemas, se conscientizem da necessidade de adquirirem novos conhecimentos (DELIZOICOV, 2001), ou seja, deseja-se “colocar o aluno não apenas diante da falta de um conhecimento, mas face à necessidade de um conhecimento” (RICARDO, 2010, p.9).

Problematizar também vai além de simplesmente fazer perguntas, de forma que “toda a problematização se origina de uma pergunta, no entanto, nem toda pergunta é uma problematização” (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2013, p. 2449). De acordo com Freire (2005):

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).

Busca-se que o problema deixe de ser apenas um produto elaborado pelo professor, fazendo parte de um processo compartilhado com os estudantes, “concebendo o diálogo entre

educador e educando como o aspecto fundamental para a problematização das contradições sociais vividas pelo educando” (GEHLEN, 2009, p. 122). Para que uma proposta problematizadora de ensino cumpra com o seu papel é importante que o docente consiga apreender as concepções próprias dos estudantes, de forma que:

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).

A dialogicidade deve permear o trabalho do professor o tempo todo, permitindo que ele se aproxime do universo cultural dos estudantes e dele não se afaste durante o processo educativo. Desse modo é possível a construção de problemas relevantes para os estudantes e que não são respondidos com base no seu conhecimento atual, instigando-os assim na busca pelo aprendizado do novo. Nas palavras de Delizoicov (2001):

[...] 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).

Partindo do pressuposto de que uma abordagem problematizadora permite maior sintonia entre aspectos epistemológicos e pedagógicos da ciência, o que poderia colaborar para uma desejada aproximação entre o fazer ciência e o ensiná-la, surge o questionamento a respeito de como um ensino problematizador poderia ser implementado no dia a dia da prática docente.

Uma possível resposta para essa questão foi elaborada por Delizoicov (1982) e Angotti (1982) ao longo de um projeto de Ensino de Ciências na Guiné-Bissau: são os chamados “Três Momentos Pedagógicos”. Essa proposta de planejamento e organização curricular, baseada na pedagogia freireana, é constituída das três etapas seguintes: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Assim, segundo Ferrari (2008), torna-se possível que seja aplicada uma abordagem pedagógica problematizadora em escolas nas quais o programa de ensino já esteja pré-definido.

Pesquisas já realizadas evidenciam que metodologias problematizadoras de ensino podem levar a bons resultados na aprendizagem da Física pelos estudantes. Como exemplo podemos citar Albuquerque, Santos e Ferreira (2015) que trabalharam conteúdos de óptica, dividindo os alunos em grupos, aos quais foi pedido que elaborassem um texto, preparassem uma atividade experimental e produzissem uma apresentação a respeito dos temas recebidos. Essa atividade levou os estudantes a fazerem questionamentos, instigando-os a buscarem construir novos conhecimentos, de modo que foram alcançados “ganhos bastante significativos no que diz respeito aos processos de ensino e aprendizagem e à interação da tríade professor-aluno-conhecimento” (ALBUQUERQUE; SANTOS; FERREIRA, p. 479 – 480, 2015).

Considerações finais

São grandes os entraves para uma melhoria da aprendizagem da Física. Acreditamos que, dentre os vários fatores que contribuem para o baixo rendimento escolar, a existência de incompatibilidades entre a ação docente e os aspectos epistemológicos dessa ciência favorece o distanciamento entre os estudantes e a Física contribuindo para a ocorrência de baixos níveis de aprendizado. Consideramos que a harmonização do ensino de Física com a sua natureza epistemológica pode colaborar para aproximá-la dos estudantes, possibilitando o alcance de melhores resultados. Assim, defendemos a problematização freireana como sendo uma perspectiva pedagógica pela qual essa harmonização torna-se possível uma vez que em abordagem problematizadora procura-se colocar o estudante em uma situação de necessidade da busca pelo aprendizado, o que aproxima a ação docente da maneira pela qual costuma ser construído o conhecimento científico. Pensando na aplicação da problematização ao ensino formal, os Três Momentos Pedagógicos se apresentam como uma possibilidade de implementação que já vem sendo utilizada há algum tempo, tendo demonstrado resultados interessantes.

Referências

ALBUQUERQUE, K. B.; SANTOS, P. J. S.; FERREIRA, G. K. Os Três Momentos Pedagógicos como metodologia para o ensino de Óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 461 – 482, ago. 2015.

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: mimeo, 1982.

ARANTES, E. A. S. et al. Caracterização de dificuldades de aprendizagem na disciplina de Física. **Anais do IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa-PR, 2014.

ARAÚJO, R. P. de **As dificuldades na aprendizagem de física no ensino médio da Escola Estadual Dep. Alberto de Moura Monteiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Angical do Piauí: 2015.

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

CHINELLI, M. V.; FERREIRA, M. V. S.; AGUIAR, L. E. V. A epistemologia em sala de aula: a natureza da ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 16, n.1, p. 17 – 35, 2010.

COSTA, C.L.F. O pensamento científico em Bachelard. **VI Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”**, São Cristóvão/SE, 2012.

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

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

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2011.

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: mimeo, 2008.

FREIRE, A. M. A. A Pedagogia do oprimido de Paulo Freire. In: FREIRE, Ana Maria Araújo (org.). **A Pedagogia da Libertação em Paulo Freire**. São Paulo: Editora UNESP, 2001.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia** – Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

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

GEHLEN, S.T. **A função do problema no processo ensino-aprendizagem de ciência**:

contribuições de Freire e Vygotsky. 253f. Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC – Florianópolis, 2009.

GIL-PEREZ, D. et al. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 9(1), 1992.

GIL PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, Bauru, v.7, n.2, p.125 – 153, 2001

KRULIK, S.; RUDNICK, K. Problem solving in school mathematics. **National council of teachers of mathematics** (Year 800k). Virginia: Reston, 1980.

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. Un enfoque epistemológico de la enseñanza de la física: una contribución para el aprendizaje significativo de la física, con muchas cuestiones sin respuesta. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 9, n. 2, p. 283 - 309, 2010.

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M.A. Uma análise cruzada de três estudos de caso com professores de física: a influência de concepções sobre a natureza da ciência nas práticas didáticas. **Ciência e Educação**, Bauru, v.20, n.3, p.595 – 616, 2014.

MUENCHEN, C. e DELIZOICOV, D. Concepções sobre problematização na educação em ciências. **Comunicação no IX Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**. Girona, 2013, p. 2448.

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

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

PUGLIESE, R. M. O trabalho do professor de Física no ensino médio: um retrato da realidade, da vontade e da necessidade nos âmbitos socioeconômico e metodológico. **Ciência e Educação**. v. 23, n. 4, p.963 – 978, 2017.

RICARDO, E. Problematização e contextualização no ensino de física. In: Carvalho, A. M. P. (org.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 251 – 266, 2007.

SILVA, C. S.; PENIDO, M. C. M. Uma leitura sobre problematizações no ensino de Física. In: Encontro nacional de pesquisadores em educação em ciências / I Congreso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias, 2011, Campinas. **Atas do VIII ENPEC**, 2011.

VILAS BOAS, A. et al. História da ciência e natureza da ciência: debates e consensos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 30, n. 2, p. 287 – 322, 2013.

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