

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR - PPIFOR**

BRUNA MARQUES DUARTE

***PEER INSTRUCTION: DISCUSSÕES QUE PERMEIAM A
FORMAÇÃO REFLEXIVA E O ENSINO DE CIÊNCIAS***

BRUNA MARQUES DUARTE

PARANAÍ

2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR - PPIFOR**

***PEER INSTRUCTION: DISCUSSÕES QUE PERMEIAM A
FORMAÇÃO REFLEXIVA E O ENSINO DE CIÊNCIAS***

BRUNA MARQUES DUARTE

**PARANAVAÍ
2015**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE PARANAVAÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
FORMAÇÃO DOCENTE INTERDISCIPLINAR - PPIFOR**

***PEER INSTRUCTION: DISCUSSÕES QUE PERMEIAM A
FORMAÇÃO REFLEXIVA E O ENSINO DE CIÊNCIAS***

Dissertação apresentada por BRUNA MARQUES DUARTE, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Paraná – Campus de Paranavaí, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino.

Área de Concentração: Formação docente interdisciplinar.

Orientador (a): Prof^(a). Dr (a): SHALIMAR CALEGARI ZANATTA

PARANAVAÍ
2015
BRUNA MARQUES DUARTE

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)

(Biblioteca – IFPR, Instituto Federal do Paraná – Câmpus Paranavaí)

D812p	<p>Duarte, Bruna Marques 1988-</p> <p><i>Peer Instruction</i>: discussões que permeiam a formação reflexiva e o ensino de ciências/ Bruna Marques Duarte. -- Paranavaí: Universidade Estadual do Paraná, Campus Paranavaí, 2015.</p> <p>Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR/FAFIPA</p> <p>145 f.</p> <p>Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Shalimar Calegari Zanatta. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR/FAFIPA - Campus Paranavaí – Centro de Ciências Humanas e da Educação – Programa de Pós- Graduação em Ensino Formação Docente Interdisciplinar – PPIFOR</p> <p>1. <i>Peer Instruction</i> - Método. 2. Educação – Formação Reflexiva. 3. Educação - Ensino de Ciências. I. Zanatta, Shalimar Calegari. II. Universidade Estadual do Paraná, Campus Paranavaí. III. Título</p> <p style="text-align: right;">CDD 23.ed. 370.11</p>
-------	---

Catalogação na publicação: Zineide Pereira dos Santos – CRB 9/1577

***PEER INSTRUCTION: DISCUSSÕES QUE PERMEIAM A FORMAÇÃO
REFLEXIVA E O ENSINO DE CIÊNCIAS***

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Shalimar Calegari Zanatta (Orientador) –
UNESPAR

Prof. Dr. Andrea Paesano Júnior– UEM – Maringá-PR

Prof. Dra. Lucila Akiko Nagashima – UNESPAR

Data de Aprovação: 31/07/2015

Dedico este trabalho

A minha querida mãe (em memória), foram seus incentivos enquanto podia desfrutar de seus abraços, e conselhos que me fizeram a pessoa que hoje sou perseverança e fé, foram ensinamentos que penso que nunca deixarei esquecer a humildade e simplicidade de seus atos e palavras, ensinaram-me a amar acima de tudo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que nos concedeu o dom a vida e a oportunidade de vivê-la.

Agradeço aos meus pais, minha irmã e agora a minha querida sobrinha, a existência deles (nem que de minha mãe em memória) por si só inspira-me.

Ao meu querido marido pela compreensão e companheirismo durante esta etapa de minha vida.

Agradeço a minha orientadora Shalimar Calegari Zanatta que foi mais do que apenas uma orientadora, foi o que Nóvoa chama de guia de montanha, que não apenas me mostrou o caminho, mas o realizou comigo.

Agradeço aos que aceitaram participar de minha banca, suas considerações foram de grande importância ao trabalho.

Agradeço aos meus colegas de turma que realizaram comigo esta caminhada. A minha convivência com vocês me fez crescer como pessoa e profissional.

Agradeço as aulas ministradas pelos honrosos professores deste programa que me levaram a enxergar a profundidade que meu projeto deveria ter. No início, o projeto *Peer Instruction* me fascinava e dominava a minha postura de mestrande, mas, certas aulas me levaram a entrar na discussão da escola como lugar de cidadania e aprendizado.

“Por mais que eu esteja longe de minha estrela, o seu brilho não se apagará. Mesmo que o céu esteja nublado, eu sei que ela está lá”.

(Autor desconhecido)

DUARTE, Bruna Marques. **PEER INSTRUCTION: DISCUSSÕES QUE PERMEIAM A FORMAÇÃO REFLEXIVA E O ENSINO DE CIÊNCIAS**. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade Estadual do Paraná – Campus de Paranavaí. Orientador: Shalimar Calegari Zanatta. Paranavaí, 2015.

RESUMO

Este trabalho objetiva discutir alguns aspectos relevantes para o Ensino de Ciências, enfatizando o ensino de Física. Como parte integrante deste contexto, apresentamos e discutimos os resultados da aplicação do método *Peer Instruction* ou PI, idealizado por um professor de Física da Universidade de *Harvard*, Eric Mazur. O referido método evidencia as concepções espontâneas dos estudantes em conflito com as concepções ditas científicas. Portanto, conhecer essas concepções espontâneas ou alternativas é parte fundamental para o sucesso da aplicação desse método. Neste trabalho, o público alvo foram os acadêmicos do último ano do curso de Ciências - Licenciatura Plena da UNESPAR - campus de Paranavaí. Assim, além de identificar quais são as concepções alternativas destes alunos sobre os conteúdos de eletrostática e eletricidade, também discutimos como essas concepções podem interferir na atividade profissional deles. Inserido nesse contexto, apresentamos uma discussão sobre o ensino de Ciências no Brasil e a importância da epistemologia da Ciência no processo ensino-aprendizagem de forma a contextualizar o Método *Peer Instruction*, correlacionando-o com a prática metodológica comumente empregada. O trabalho é de campo, possuindo um intuito quanti-qualitativo, e seus levantamentos de dados ocorreram por meio de aplicação de questionários e observações. A análise dos resultados é representada por gráficos que mostram a porcentagem de acertos antes e depois da aplicação do método. Esses dados forneceram subsídio para o cálculo do 'ganho' (g) obtido, conforme apresentado pelo autor do método. Os resultados mostraram que os índices de ganho alcançados são compatíveis com a literatura existente sobre o assunto, afirmando o sucesso do método para o ensino conceitual. As análises dos resultados permitem considerar que o método pode ser utilizado para promover o processo de formação reflexiva que deve ser instalada desde a formação profissional dos futuros professores.

Palavras-chave: *Peer Instruction*, Concepções Alternativas, Ensino, Física.

DUARTE, Bruna Marques. **PEER INSTRUCTION: DISCUSSIONS THAT PERMEATE THE REFLEXIVE TRAINING AND THE TEACHING OF SCIENCES**. 145 f. Dissertation (Master in Teaching) – State University of Paraná. Supervisor: (Shalimar Calegari Zanatta). Paranavaí, 2015.

ABSTRACT

This work aims to discuss some relevant aspects for teaching science, emphasizing the teaching of physics. As part of this context, we present and discuss the results of the application of the Peer Instruction method or IP, designed by a professor of physics at Harvard University, Eric Mazur. This method highlights the spontaneous conceptions of students in conflict with the so-called scientific conceptions. Therefore, meet these spontaneous or alternative conceptions is a fundamental part for the success of the implementation of this method. In this work, the target audience were the scholars of the last year of the course of Science Degree of the UNESPAR UNIVERSITIES campus of Paranavaí. So, in addition to identifying what are the alternative conceptions of these students about the contents of electrostatics and electricity, also discuss how these concepts can interfere with their professional activity. Inserted in this context, we present a discussion of the science education in Brazil and the importance of the epistemology of science in the teaching-learning process in order to contextualize the method Instruction Peer, correlated with the methodological practice commonly employed. The work is in the field, possessing a quantitative and qualitative objective, and your data surveys took place through application of questionnaires and observations. The analysis of the results is represented by graphs showing the percentage of hits before and after the application of the method. These data provided for the purpose of calculating the allowance 'won' (g) obtained, as presented by the author of the method. The results showed that the gain achieved indexes are compatible with the existing literature on the subject, saying the success of the method for conceptual teaching. The analyses of the results allow to consider that the method can be used to promote the reflective process that must be installed from the professional training of future teachers.

Key words: Peer Instruction, alternative Conceptions, teaching, physics.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. O MÉTODO <i>PEER INSTRUCTION</i>	18
2.1 Revisão bibliográfica – resultados de aplicações do método Peer Instruction	22
3. AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS NO CONTEXTO DAS TEORIAS EPISTEMOLÓGICAS DO SÉCULO XX.....	32
3.1 A Epistemologia do ensino de Ciências.....	35
3.2 Os ideias de Popper, Lakatos, Kuhn e Bachelard.....	39
3.2.1 Falseacionismo de Popper.....	39
3.2.2 Sucessão ou concorrência de teorias?.....	44
3.2.3 Obstáculos pedagógicos.....	48
3.3 O método <i>Peer Instruction</i> e as Concepções Alternativas.....	56
4. INTERFERÊNCIAS SOCIAIS E POLÍTICAS NAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS.....	60
4.1 O ensino de Ciências no Brasil.....	63
4.2 Em defesa do conteúdo.....	68
4.3 O professor de Ciências e Física em foco	78
5. METODOLOGIA: O MÉTODO <i>PEER INSTRUCTION</i> COMO ATO REFLEXIVO DO ENSINO.....	94
5.1 Definição da metodologia.....	94
5.2 O perfil da amostra	96
5.3 A aplicação do método.....	97
6. RESULTADOS.....	102
6.1 Algumas considerações sobre a formação do professor de Ciências e a importância da aplicação de metodologias reflexivas.....	102
6.2 Resultados da aplicação do método <i>Peer</i>	104

CONCLUSÃO.....	123
REFERÊNCIAS.....	125
ANEXOS.....	133
APÊNDICE.....	137

1. INTRODUÇÃO

O processo ensino-aprendizagem envolve complexas questões que passam por discussões filosóficas, políticas, históricas e cognitivas. O ensino de Ciências talvez seja o mais representativo para essa complexidade em função da sua própria natureza epistemológica. Apesar de haver desacordo entre os próprios epistemólogos modernos, há entre eles, o consenso de que a Ciência não pode mais ser considerada um produto, mas sim um processo, no qual constitui a construção de uma estrutura de conhecimentos que vão se revelando ao longo do tempo!

A questão que se coloca é: como ensinar o aluno os elementos básicos para conduzi-lo na construção do processo que leva ao conhecimento científico? De acordo com os indicadores da qualidade do processo ensino-aprendizagem, como o PISA (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes), por exemplo, os resultados mostram que o ensino no Brasil é deficiente. Nas três áreas avaliadas, Ciências, Matemática e Leitura, o Brasil ficou ladeado pelos países que obtiveram os piores resultados. Estas três áreas do conhecimento constituem a sonda para a qualidade do processo de ensino dos países participantes, cujo alvo são estudantes de 15 anos.

Se esses resultados não representam a realidade brasileira, até porque o Brasil é um país extenso e heterogêneo, não deixa de ser um parâmetro de comparação da qualidade e eficiência do processo educativo dos países participantes e os resultados obtidos para o Brasil indicam que o assunto deve ser discutido à exaustão por professores, pais, alunos e governantes. O fato é que o desempenho dos estudantes brasileiros é preocupante e exige atitudes urgentes. Afinal, a qualidade do ensino está diretamente relacionada com a qualidade do desenvolvimento sustentável da sociedade.

Nesse contexto, a UNESPAR, campus de Paranavaí, através do curso *Stricto Sensu*, recém-autorizado pela Capes, discute a formação do professor como um viés para participar e atuar nesta construção da melhoria da qualidade do processo ensino-aprendizagem. A instituição é relevante para esta discussão em função da sua localização estratégica e pela quantidade de professores que disponibilizam no mercado na região.

Em 2014, formou-se a última turma do curso de Ciências e em 2015, forma-se a primeira turma do curso de Ciências Biológicas na instituição. Os profissionais da educação que atuam na região são majoritariamente graduados pela UNESPAR campus de Paranavaí, o que evidencia o papel social de tal instituição no processo de aprendizagem.

Apesar de o problema apontado aqui não fazer parte do escopo deste trabalho, é digno de nota que os licenciados em Ciências – licenciatura plena também atuam como professores de Física e Química no Ensino Médio da região em função da escassez desses profissionais. Se nada for alterado, a longo prazo, o ensino das referidas disciplinas ficará ainda mais deficiente, com a extinção do curso de Ciências. Os futuros licenciados em Ciências Biológicas têm uma carga horária inferior em Física (68 h/a) quando comparada com a carga horária dos licenciados em Ciências (408 h/a). Dados parecidos são verificados para a Química. Tal fato dificulta, ou até mesmo proíbe a atuação desses profissionais como professores de Física ou Química do Ensino Médio. A grade curricular do curso de Ciências, através das disciplinas de Física I, Física II e Física III, abordava conceitos básicos como Leis de Newton, Hidrostática, Termologia, Eletricidade, Eletromagnetismo e noções de Física Moderna.

Ressalte-se que, mesmo que a carga horária do curso de Ciências Biológicas seja menor que o extinto curso de Ciências, referidos profissionais também poderão atuar como professores de Ciências no ensino fundamental II. No entanto, conteúdos de Física devem ser abordados no nono ano; além disso, eles auxiliam na compreensão de alguns fenômenos explicados pela Química ou até mesmo Biologia.

Diante do exposto, fica evidente a necessidade de estender a oferta dos cursos de Física e Química – sejam presenciais ou em instituições de ensino a distância (EAD) – para cidades do interior dos estados brasileiros, permitindo maior acesso à população de camadas sociais que se interessem por cursos de licenciaturas.

O acadêmico, ao sair do Ensino Superior como professor – principalmente os Licenciados em Ciências –, deve estar apto a ensinar aos seus alunos a resolver problemas corriqueiros. Por exemplo, saber escolher e trocar o resistor de um chuveiro, compreender as causas dos estalos ouvidos

quando retiramos uma blusa de lã, onde nos abrigamos em meio a uma tempestade, como funciona o para-raios, entre outros.

O processo educacional que analisa seu aluno como um indivíduo social possui além da necessidade de novos métodos de ensino, mostrando-se importante discutir a formação histórica do conhecimento. Estudar como foi formulado o conhecimento pode ajudar a levantar novas proposições para o futuro. Deste modo, a epistemologia das Ciências – bem como os pensamentos de seus grandes idealizadores como Bachelard, Popper e Kuhn, entre outros –, assim como os estudiosos do nosso século, descrevem a importância da história da ciência para o ensino.

Apesar de entendermos quanto é importante um ensino reflexivo que aproxime o seu aluno da ação social, utilizando das noções epistemológicas do ensino, sabemos que o processo educativo no país não prima pela autonomia e reflexão diante do conteúdo científico, o que faz surgir no ensino, a cada dia, mais concepções errôneas acerca do conhecimento. Na verdade, o processo educacional no Brasil esteve e está voltado diretamente aos interesses políticos, contrapondo-se aos interesses sociais e pedagógicos. Dessa maneira, o professor é utilizado como dispersor de ideologia do estado, prestando serviços a uma cadeia de interesses que não possui o aluno como foco principal.

No entanto, apesar de acreditarmos que a vontade política assume a vanguarda do processo educacional, por hora, a nós, enquanto profissionais da educação, cabe-nos buscar a otimização de metodologias para um Ensino de Física mais eficiente. Neste trabalho, aplicamos um método descrito pelo professor Eric Mazur, denominado *Peer Instruction (PI)* ou, na tradução livre, Instrução por Pares para verificar sua eficiência entre estudantes brasileiros.

A dinâmica descrita pelo método está inserida num contexto reflexivo, porque o aluno é responsável por iniciar a busca de seu aprendizado, por meio do confronto entre seu conhecimento prévio e o conhecimento aceito pela comunidade científica. De acordo com o *Peer Instruction*, existe um rol de questões (*ConcepTest*) que se fundamentam em pontos estratégicos já conhecidos, que geram confusão para o aluno.

Na verdade, desde que as pesquisas no Ensino da Física iniciaram (década de 70), observou-se que os alunos apresentam dificuldades em

aprender Física porque já trazem consigo concepções alternativas baseadas em suas observações diárias e não as modificam. Com o intuito de fundamentar teoricamente o método *Peer Instruction* vamos abordar as especificidades das teorias epistemológicas de Popper, Lakatos, Khun e Bachelard, que em meio a suas divergências defendem que a Ciência é um processo de construção permanente.

De acordo com os resultados divulgados na literatura é possível haver duas Físicas na consciência dos estudantes: uma construída pelo senso comum (concepções espontâneas ou alternativas) e a outra transmitida pelo professor e ambas quase nunca se chocam ou entram em conflito, mesmo se tratando do mesmo assunto. Sendo assim, é necessário levar o estudante ao conflito entre suas duas físicas, para que a partir daí o aluno construa uma única teoria que possa ir ampliando com o tempo. É nesse contexto que o Método *Peer Instruction* se mostra eficaz.

Diferentes variáveis do método mencionado são utilizadas; porém, em essência, ele procura causar o conflito. De modo geral, o professor aborda um assunto rapidamente e apresenta uma pergunta com várias (4 ou 5) alternativas, onde apenas uma será a correta. Se o acerto ficar superior a 70% o professor segue com o conteúdo. No entanto, se o acerto da questão ficar entre 35% e 70%, o professor pede para que os alunos sentem-se em dupla ou em grupo e que discutam e argumentem sobre suas respostas (de preferência alunos que deram diferentes respostas) de tal forma que o grupo apresente uma única resposta. Às vezes, ganha quem tem o maior poder de convencimento e não a resposta mais adequada do ponto de vista científico. E, se ainda o índice de acertos for inferior a 35%, o professor terá que refazer as explicações, mudando a metodologia.

É evidente que conhecer as concepções alternativas dos alunos torna-se essencial para o professor utilizar esse método. Pesquisas recentes apontam que essas concepções independem da localização geográfica, cultural ou social do estudante. Assim, desenha-se um campo fértil para a pesquisa no ensino de Física.

Resultados divulgados na literatura científica apontam que o procedimento supracitado aumenta o nível de compreensão do aluno, pelo

simples fato de ele ter que confrontar suas teorias fenomenológicas com as teorias de seus colegas.

Como um exemplo da eficiência deste método, aqui no Brasil, podemos citar os resultados apresentados em um trabalho realizado em Porto Alegre, onde o *Peer Instruction* (PI) foi introduzido no ensino Público Federal da educação básica e mostrou resultados satisfatórios na qualidade do processo ensino-aprendizagem quando comparados aos obtidos no ensino tradicional.

Se de fato, conforme apontado na literatura, o método apresentado aqui, pode melhorar a qualidade do processo ensino-aprendizagem não podemos nos esquecer de discutir a formação do professor de Ciências e se esse profissional está preparado para utilizar o método mencionado. Afinal, de acordo com a teoria pedagógica adotada no estado do Paraná (histórico crítico), o processo ensino-aprendizagem depende da figura do professor, como mediador do conhecimento e não como detentor do mesmo, tendo como foco a aprendizagem significativa de seus alunos. Daí a qualidade da formação do professor ser fundamental para promover a excelência no processo ensino-aprendizagem.

Discutir essas relações é essencial, principalmente para o ensino de Física, que vem apresentando baixos índices de rendimento. É pior, a solução definitiva parece estar longe, já que a evasão dos graduandos de Física e os baixos índices de concorrência nos vestibulares das Universidades mostram que os alunos saem do Ensino Médio sem gostar dessa disciplina. Desta forma, como um apêndice, achou-se interessante, antes da aplicação do método *Peer Instruction*, fazer um levantamento sobre as possíveis considerações que a turma (4º ano de Ciências) tem sobre sua atuação como professor de Física.

É importante testar e observar como ocorre a formulação dos conceitos para os alunos e quais metodologias podem tornar o aprendizado significativo o que pode ajudar na busca de práticas que melhorem o desenvolvimento intelectual a partir de um ensino mais relevante e criativo, sendo o professor o mediador entre o conhecimento cotidiano e o científico. Dessa maneira, é crucial observar os futuros professores e sua formação de conceitos para levantarmos discussões referidas a sua formação.

A pesquisa aqui realizada é de campo, por isso a turma foi visitada durante o procedimento para o levantamento de dados. O aplicador da pesquisa fez utilização das aulas de Física, para explicar conceitos de Eletricidade e para realizar a aplicação de exercícios conceituais do assunto. Sendo assim, o trabalho de aplicação do método na turma ocorreu em alguns passos:

- 1- Apresentação do assunto a ser trabalhado;
- 2- aula conceitual de 30 minutos sobre o assunto;
- 3- aplicação de perguntas conceituais sobre o conteúdo explicado;
- 4- levantamento do índice de acertos das questões;
- 5- discussão em pares;
- 6- reaplicação do teste conceitual.

Após o levantamento de dados na sala (com o auxílio do Microsoft Excel), foram construídos gráficos comparativos entre a porcentagem de acertos dos testes conceituais antes e posteriormente à aplicação do método e gráficos que compuseram o número de escolhas dos alunos em cada alternativa dos questionamentos aplicados. Foi também calculado o ganho apresentado pelo método e foram realizadas comparações e reflexões sobre quais concepções alternativas os alunos apresentaram.

Quanto à utilização do método *Peer Instruction*, a pesquisa levou à análise de que assim como os resultados demonstrados pelo trabalho de Eric Mazur, o método possui um ganho em relação aos métodos tradicionais. Assim, podemos entender que o ensino reflexivo sem o desprendimento de altos custos em tecnologia, pode ser um dos caminhos para a melhoria do ensino brasileiro e que estes futuros acadêmicos também poderão aplicar o método em qualquer escola que atuarem.

Em resumo, a maior motivação, vinculada com este estudo, é buscar a melhoria da qualidade no ensino de Ciências. Inserido nesse contexto, vamos discutir o método *Peer Instruction*; alguns resultados divulgados na literatura; as concepções alternativas no contexto das teorias epistemológicas; a epistemologia do ensino de Ciências; os ideais de Popper, Lakatos, Kuhn, Bachelard; as interferências sociais e políticas nas práticas pedagógicas dos professores de Ciências; o ensino de Ciências no Brasil; a questão do conteúdo propriamente dito; o papel do professor atuante para formar aluno

pensante; e, ainda o método *Peer Instruction* como ato reflexivo do ensino e, por último, porém não menos importante, os resultados e as análises da nossa prática. Esses temas encerram uma ampla discussão sobre o complexo processo ensino-aprendizagem de Ciências e Física no Brasil.

2. O MÉTODO *PEER INSTRUCTION*

O ensino colaborativo pode promover uma metodologia eficiente para se somar a outras possibilidades de ensino.

Aprendizagem colaborativa é um termo abrangente que designa uma variedade de abordagens educacionais que envolvem esforço intelectual conjunto por parte dos estudantes ou de estudantes e professores. Normalmente, estudantes trabalham em grupos de dois ou mais, procurando entendimento sobre um determinado assunto, buscando soluções de problemas ou criando produtos. Atividades de aprendizado colaborativo variam bastante, mas a maioria se centra na exploração, ou aplicação, do material do curso, não apenas na apresentação do professor ou de sua explicação. (BARBOSA; CONCORDIDO, 2009, p.73)

A aprendizagem colaborativa demonstra uma forma diferente de ensinar com relação ao ensino tradicional, focado no professor, ou centrada em aulas expositivas (BARBOSA; CONCORDIDO, 2009).

Se o conhecimento for visto da posição individualista não é difícil ver como surge um problema fundamental. É o chamado regresso infinito dos motivos que remonta, a Platão, no mínimo. Se alguma afirmação deve ser justificada, isto então será feito recorrendo-se a outras afirmações que constituem as provas para ela. (CHALMER, 1993, p.154)

No processo de ensino colaborativo as metas podem ser variantes, podendo os tutores planejar atividades pequenas ou muito bem estruturadas. Outros preferem agendas que variem de acordo com o interesse do aluno. O aluno, em alguns casos, deve criar um produto bem definido; em outros, ele deve apenas participar do processo. (GOODSELL et al., 1992).

Na aprendizagem colaborativa, as relações interpessoais são, às vezes, até mais significativas do que a aprendizagem, pois levam a um desenvolvimento social. E pode ser uma ótima opção de ensino para disciplinas como Física e Matemática.

As disciplinas das Ciências Exatas, de acordo com Barbosa e Concordido (2009), possuem baixo rendimento por vários motivos, sendo o principal o ensino tradicional destas matérias.

Várias são as razões para esse baixo rendimento, como, por exemplo, a dificuldade intrínseca na compreensão de alguns dos conteúdos destas disciplinas, que envolvem conceitos bastante abstratos. No entanto, uma das razões principais, que tem chamado

atenção dos especialistas, é o modelo passivo de aprendizado mantido e reforçado nos ambientes tradicionais de ensino. Nesse tipo de esquema, os alunos raramente interagem produtivamente, uns com os outros, e o estímulo quase sempre é a nota e não o conhecimento. O estudante desenvolve seu aprendizado resolvendo problemas padrões após ser apresentado a uma determinada quantidade de assuntos. (BARBOSA; CONCORDIDO,2009, p.75)

Para Barbosa e Concordido (2009), as dificuldades apresentadas pelos alunos na aprendizagem das disciplinas exatas como a Física levam os alunos a adotarem algumas estratégias, como a excessiva memorização, estudo próximo das provas para obter o conhecimento apenas para aquele momento, fragmentação do conhecimento, falta de questionamentos e reflexões sobre os assuntos estudados.

Um modelo de ensino colaborativo que podemos citar é o *Peer Instruction* (PI), que, de acordo com Muller (2013), possui o intuito de deixar as aulas mais dinamizadas.

O método foi aprimorado por Eric Mazur¹, que sempre se considerou um bom professor porque seus alunos sempre tiravam boas notas. No entanto, apesar de ser um renomado pesquisador, em 1990, tomou ciência de um artigo onde se relatavam os resultados obtidos com alunos de outras instituições acerca dos conceitos básicos que eles tinham da Física.

O artigo era de Hestenes e Swackhammer (1992), que comparavam três grupos de alunos, ensinados por professores diferentes que, mesmo assim, cometiam graves erros conceituais idênticos.

O professor Mazur ficou indignado com os erros conceituais simples relatados no artigo e resolveu verificar como seus alunos se saíam com aquelas mesmas perguntas. Ele acreditava que se depararia com um resultado bem diferente daquele relatado no artigo de Hestenes e Swackhammer (1992), porque seus alunos sabiam resolver enormes integrais e derivadas de complexos problemas da Física. Além disso, seus alunos estudavam em Harvard! O resultado obtido por Mazur representou um choque para ele! Realmente seus alunos mostraram dificuldades não admissíveis, para aquelas

1-Professor de Física e Física Aplicada da Universidade de Harvard e da Área Dean of Applied Physics. Um cientista e pesquisador internacionalmente reconhecido, que lidera um programa de investigação vigorosa em física óptica e supervisiona um dos maiores grupos de pesquisa do Departamento de Física da Universidade de Harvard. Organizador do método *Peer Instruction* com importantes publicações do assunto.

questões conceituais simples. Os resultados levaram Mazur à profunda reflexão de sua metodologia didática.

Nesse momento de reflexão, o professor decidiu retirar a transmissão de informações (definido aqui como metodologia tradicional), fazendo com que o aluno tivesse oportunidade de construir modelos conceituais por si só. Para isso, ele pedia para que os alunos lessem, antes da aula, um tema apontado por ele (CROUCH; MAZUR, 2001). Em aula, os alunos deveriam responder a algumas questões sobre o tema lido. Tais questões são previamente elaboradas e são capazes de revelar as concepções que os alunos têm sobre aquele assunto. Por isso, são denominadas de *ConceptTest*. O professor toma consciência imediata das respostas dos alunos, por mecanismos eletrônicos, por exemplo.

Se os acertos ficarem entre 35% e 70%, os alunos são organizados em pequenos grupos de tal forma que contenham colegas que mostraram diferentes respostas. Assim, são encorajados a discutir sobre suas respostas durante um tempo de 3 minutos. Durante esse tempo, cada um deve convencer o colega que a sua própria resposta é a mais adequada. (MÜLLER, 2012).

Caso os resultados do teste conceitual sejam inferiores a 35 %, o professor deve retomar a explicação dos conceitos envolvidos na questão, reaplicando novamente os exercícios após a retomada, podendo observar pelo índice de acerto se os alunos compreenderam o conteúdo.

Os resultados da aplicação do questionário quando são superiores a 70% demonstram que a maioria dos alunos compreenderam os conceitos apresentados na pré-aula. Nesse caso, o aplicador pode passar para a próxima pergunta.

Como as respostas são discutidas entre pares de alunos, o processo de ensino que utiliza tal método recebe o nome *Peer Instruction* (doravante designado por PI) que, traduzido à risca, significa instrução por pares. Durante o mencionado processo de discussão, o mediador ou professor ouve a discussão, por isso, deve estar atento e se movendo pela sala.

O organizador do citado método, Erci Mazur, durante suas aplicações, constatou que os alunos que entendem melhor o conteúdo e, portanto, apontam a resposta correta, possuem mais facilidade em convencer o colega.

Assim, num segundo momento, quando os grupos são encorajados a escolher novamente a resposta, o índice de acerto aumenta consideravelmente. Conforme relatado, durante a aplicação do *ConceptTest* é perceptível que muitos alunos que possuem concepções errôneas mudam suas respostas após a discussão com os colegas. Assim, na primeira aplicação, os índices de acertos iniciam-se em 35%; já na segunda aplicação, começam em 50%. (CROUCH; MAZUR, 2001).

Após a primeira discussão, as questões são reaplicadas e então o ganho é analisado, fazendo uma média entre os acertos antes e depois da aplicação do método. O ganho é realizado por um cálculo simples: $g = \frac{S_f - S_i}{1 - S_i}$, onde se relaciona os índices de porcentagem de acerto antes S_i , e depois S_f da discussão dos pares.

No início da aplicação do método realizado por Eric Mazur, as respostas eram analisadas por contagem, o aplicador pedia para que os alunos levantassem placas que indicavam quais eram as suas respostas e, a partir daí, era realizada o cálculo manual do ganho. Atualmente, utiliza-se o *Wap*, que é um mecanismo eletrônico no qual o índice das respostas corretas é conhecido de imediato através de um computador.

A Figura 01 representa um diagrama esquemático da dinâmica do método *PI*, conforme apresentado por Araujo e Mazur (2013).

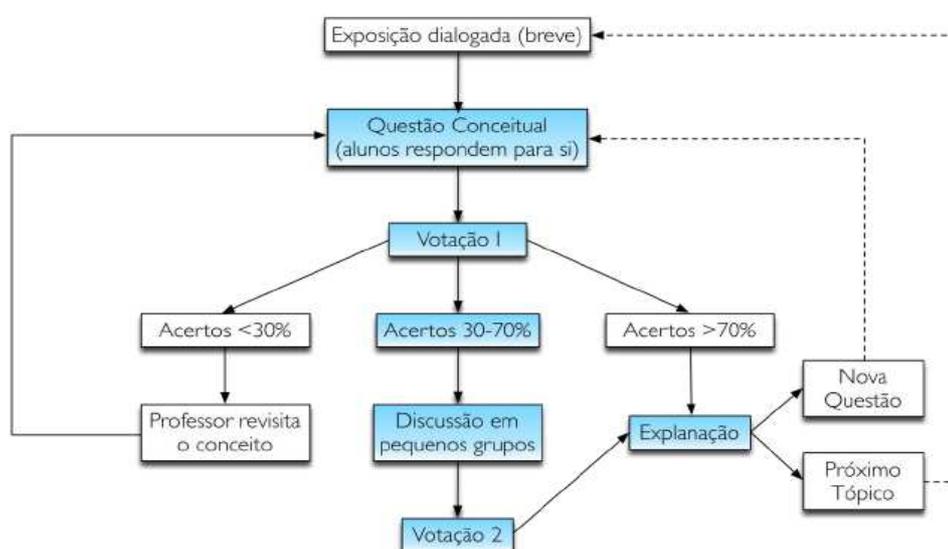


Figura 01– Diagrama esquemático do Método *PI*

Fonte: Araujo e Mazur, 2013.

É interessante observar que esse método faz com que os alunos leiam e reflitam antes da aula. Além disso, como aspecto positivo no processo ensino-aprendizagem, o aluno é avaliado não pela sua resposta mas pela sua participação no processo. O que torna tal método criativo e instigador.

A utilização apenas do modelo passivo de ensino que vigora na esfera educacional não permite a interação dos alunos com o objeto de estudo. De acordo com o modelo PI, o professor – como instrutor – deve complementar as explicações e a resolução de exercícios em sala de aula por leituras realizadas pelos alunos em um momento extraclasse.

O *Peer Instruction* prima pela discussão e a organização de ideias. Desta maneira, os alunos criam habilidades metacognitivas necessárias para desenvolver estratégias de aprendizagem independentes.

Sobre a proposta do PI Lasry, et al. (2008, p.1063) escrevem: “Peer instruction - PI is a student-centered approach to teaching that has demonstrated effectiveness in university settings.”

Com o passar dos séculos, o modo de ensino não se modificou. No entanto, os alunos passaram por transformações, sendo necessárias formas de ensino que façam os alunos recorrer à formulação de situações concretas.

Durante as aplicações do PI, os autores têm percebido melhorias na forma de compreensão dos conceitos. O modelo do PI leva o aluno a pensar e interagir com seus colegas de classe e mostra-se eficaz na procura de métodos para diminuir a evasão de alunos em cursos como engenharia. (WATKINS; MAZUR, 2013).

Deste modo, o *Peer Instruction* revela ser um método que leva à concretização do ensino e pode ser essencial para construir meios que viabilizem uma educação concreta que aborde aspectos relevantes para a vida em sociedade.

2.1 Revisão bibliográfica – resultados de aplicações do método Peer Instruction

O método PI é utilizado para ensinar Física, majoritariamente, embora tenha sido encontrado em alguns projetos de Química e de Ciências. Dados obtidos em estudos desenvolvidos nos Estados Unidos mostram que 67% dos

trabalhos são realizados em Universidades, como Harvard, mas já existem trabalhos em escolas de Ensino Médio (5%). A Figura 02 mostra essas relações quantitativas. (FAGEN et al., 2002).

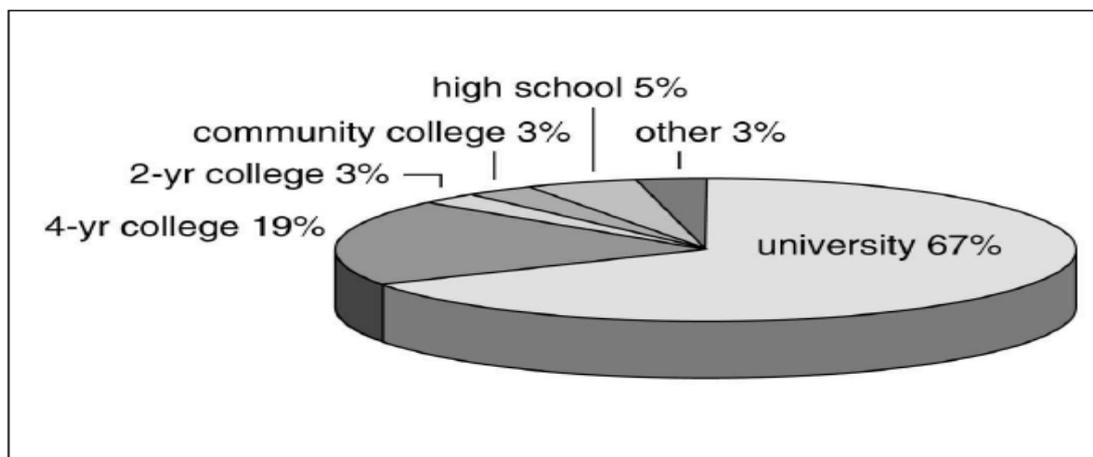


Figura 02- Levantamento de instituições que utilizam o PI.

Fonte: FAGEN et al., 2002, p.206.

O método *Peer Instruction* prima pela aprendizagem qualitativa, buscando incentivar a resolução de problemas, e durante o processo os alunos desenvolvem habilidades por meio da discussão. Em relação ao ganho superior do método de resolução de testes conceituais após discussão de temas lidos previamente pelos alunos, quando comparado ao ensino tradicional Crouch; Mazur (2001) evidenciam que, a partir de 1991, quando o método começou a ser avaliado, os ganhos com sua aplicação se mostraram superiores em relação ao método tradicional aplicado no ano de 1990 na Universidade de *Harvard*.

Por método tradicional entendem-se aulas expositivas numa metodologia diretiva, do professor para o aluno. Para o ensino de Física, especificamente, essa metodologia emprega a resolução de exercícios como metodologia de fixação dos conceitos teóricos transmitidos.

Os autores, para medir o desenvolvimento dos alunos, utilizaram o *Mechanics Baseline Test* (MBT) e puderam observar que a média da pontuação nesse teste na base de cálculo-claro aumentou de 66% em 1990 com a instrução tradicional para 72%, em 1991, com a introdução do PI, e continuou a subir nos anos seguintes, chegando a 79% em 1997. Além disso, houve melhoras do desempenho dos alunos em questões que exigem cálculo

algébrico. Observou-se um aumento de 62% para 66%, nesse caso, conforme pode ser visto na Tabela 01. (CROUCH; MAZUR, 2001).

Ainda sobre a eficácia do método PI em relação ao método tradicional, Larsy et al. (2008) realizou levantamentos para comparar os resultados de alunos de duas instituições diferentes (Harvard e John Abbot) e, em ambas as instituições, um grupo de alunos tiveram aula com o método PI e outro grupo teve aulas na metodologia tradicional.

Os resultados apontam que, tanto em *Harvard* quanto em *John Abbot*, os alunos que estudaram com o método PI tiveram índices maiores do que os que aprenderam com o método tradicional. Veja a Tabela 02.

Tabela 01- Resultados aplicação método Peer em relação ao método Tradicional

Year	Method	FCI pre	FCI post	Absolute gain (post-pre)	Normalized gain (<i>g</i>)	MBT	MBT quant. questions	<i>N</i>
Calculus-based								
1990	Traditional	(70%)	78%	8%	0.25	66%	62%	121
1991	PI	71%	85%	14%	0.49	72%	66%	177
1993	PI	70%	86%	16%	0.55	71%	68%	158
1994	PI	70%	88%	18%	0.59	76%	73%	216
1995	PI	67%	88%	21%	0.64	76%	71%	181
1996	PI	67%	89%	22%	0.68	74%	66%	153
1997	PI	67%	92%	25%	0.74	79%	73%	117
Algebra-based								
1998	PI	50%	83%	33%	0.65	68%	59%	246
1999	Traditional	(48%)	69%	21%	0.40	129
2000	PI	47%	80%	33%	0.63	66%	69%	126

Fonte: Crouch; Mazur, 2001, p.972.

Tabela 02- Resultados do Peer comparados ao ensino tradicional em duas instituições diferentes.

	<i>N</i>	<i>S</i> _{pre}	<i>S</i> _{post}	<i>g</i>
John Abbott College				
PI	69	42.6	68.6	0.50
Traditional	22	46.0	63.3	0.33
Difference		-3.4	5.3	0.17 ^a
Harvard University				
PI	187	70.9	85.0	0.49
Traditional	124	(70.4)	77.4	0.23
Difference		—	7.5 ^b	0.26

Fonte: Larsy et al., 2008, p. 1067.

A comparação deu-se em turmas que estudaram no mesmo semestre, no mesmo ritmo, com os mesmos conteúdos e com a realização dos mesmos experimentos no laboratório. A avaliação foi realizada por meio de uma prova elaborada por um comitê da Universidade, que avalia todos os cursos de introdução à Física. Os resultados mostraram que os 69 alunos do *John Abbott College* que estudaram pelo método PI obtiveram uma pontuação média de 68% de acertos na prova aplicada, enquanto o grupo de controle, com 22 indivíduos, obteve uma pontuação média de 63%.

Em comparação, os estudantes de Harvard que estudaram pelo método PI também superaram seus pares que tiveram aulas pelo método tradicional. Os 187 estudantes que utilizaram o método PI em Harvard tiveram uma pontuação média de 69% de acerto, enquanto os seus 124 colegas, que tiveram aulas com o método tradicional, tiveram 63% de acerto, em média. (LARSY et al., 2008). Apesar de a diferença não ser tão expressiva, ela é positiva para ambos os casos.

Com a análise das experiências descritas, percebe-se que o método *Peer* vem sendo aplicado em muitas instituições internacionais e os resultados demonstram que as discussões nas aulas, com levantamento de questionamentos pré-estabelecidos por leituras anteriores, melhora o índice de acertos das questões aplicadas em sala de aula.

Como exemplo, no Brasil, podemos citar o Departamento de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), que utilizou o PI em 2001 com a disciplina Física I e com a disciplina Cálculo Diferencial e Integral I. A experiência foi realizada pelo Professor J. Acácio de Barros – na ocasião Professor Adjunto do Departamento de Física da UFJF, hoje Professor Assistente na *San Francisco State University* – em uma turma da disciplina Física I durante um semestre. (MULLER, 2013).

Como relatado por Muller (2013), o professor Barros implementou o método de maneira que a turma se reunia duas vezes por semana durante 2 horas, em um total de 4 horas por semana, durante todo o semestre. A primeira hora era dedicada à aula expositiva e, na segunda, grupos de alunos – 3 a 5 componentes – se reuniam para lidar com atividades relacionadas aos temas abordados na primeira hora. Nas atividades em grupo, procurou-se fomentar hábitos de interação, fornecendo aos estudantes a oportunidade de aprender

um com o outro e de expressar verbalmente suas ideias de forma a solidificar o aprendizado.

A dinâmica das aulas envolveu técnicas descritas por Mazur, assim como dinâmicas específicas divulgadas em seus trabalhos. Nos 20 minutos iniciais, era apresentado o teste conceitual em que os alunos votavam em uma das respostas apresentadas. Em seguida, o tutor (professor) discutia o problema diante das respostas dos alunos. Essa maneira de ensino permitiu aos alunos uma autoavaliação. (MULLER, 2013).

Como relatado pelo próprio professor Barros, et al. (2004), ele seguiu em sua experiência na Universidade de Juiz de Fora os passos descritos por Eric Mazur, após a votação do Teste Conceitual, podem ocorrer três possibilidades. A maioria vota corretamente – o que indica uma boa compreensão – o professor resolve rapidamente o problema e segue com a aula. A maioria vota incorretamente, sendo necessária a retomada do assunto. E, por fim, uma parte vota corretamente, possibilitando a discussão em grupos pelos alunos.

De acordo com Barros (2004), o que se diferenciava do método desenvolvido por Mazur é que cada aluno, no processo de aplicação do método, possuía um quadro branco para anotar suas respostas, pois com o quadro era fácil identificar as respostas de todos, em vez de *clikers* ou cartões.

Para avaliação do método aplicado na UFJF, foram aplicados um teste no início do semestre e outro no final do mesmo; o desempenho da turma foi calculado pelo ganho g representado pela fórmula: $g = \frac{\% pós - \% pré}{100\% - \% pré}$, tendo como resultados ganhos de 0,35 em 2001 e de 0,38 em 2002. (BARROS et al., 2004).

Nas turmas em que foi aplicado o método na UFJF, ocorreram maiores aprovações anuais do que as que tiveram o método tradicional de ensino como demonstra a Tabela 03.

Tabela 03-Aprovação de alunos anos 2001/2002 que utilizaram métodos tradicionais e métodos interativos

Ano/Semestre	Método	Aprovados
2001/2	Trad.	36%
2001/2	EI	45%
2002/1	Trad.	28%
2002/1	EI	59%

Fonte: BARROS et al., 2004.

Outros exemplos também podem ser citados, como na Universidade Estadual do Rio de Janeiro. De acordo com Barbosa e Concordido (2009), as dificuldades na aprendizagem de Matemática, precisamente na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, levaram os professores a procurar uma solução para as dificuldades apresentadas pelos estudantes em vários tópicos importantes de Matemática Elementar e no entendimento do conceito de funções. A aplicação de um método baseado no PI foi utilizado. Em cada semestre, as turmas eram divididas em grupos de quatro a cinco pessoas que deveriam se encontrar três vezes por semana para receber instruções de um tutor por 25 minutos, com posterior recebimento de uma lista para que os alunos respondessem de maneira coletiva, para que depois fosse corrigida juntamente. Essa pequena mudança na metodologia tradicional contribuiu para diminuir os altos índices de reprovação da disciplina e auxiliar a motivação. (BARBOSA; CONCORDIDO, 2009).

Na Universidade do Rio Grande do Sul, foi discutida a utilização do método de instrução por colegas (IpC), por Muller (2013) em sua dissertação de mestrado. Ele acompanhou o trabalho em uma escola de ensino público Federal para o Ensino Médio em Porto Alegre.

Em seu trabalho, Muller (2013) observou a receptividade dos alunos com relação à utilização do método IpC durante a implementação do projeto UCA, (um computador por aluno). A turma estudada foi um terceiro ano do ensino médio que teve a metodologia aplicada durante o estudo da sequência didática sobre Eletromagnetismo.

Muller (2013) seguiu os passos determinados pela metodologia *Peer Instruction*, onde o professor desenvolvia uma pequena explanação do

conteúdo de cada tópico do conteúdo estruturante de Eletromagnetismo. Após o momento de explicação, questões conceituais eram projetadas para os alunos. O professor lia a questão e dava um tempo para que todos, individualmente, votassem na resposta correta.

As votações realizadas pelos alunos eram feitas utilizando os *notebooks* disponibilizados pelo projeto UCA. Nos computadores foi instalado um aplicativo denominado *Google Forms*, que permite a criação e disponibilização de formulários para serem respondidos *on line*. (MULLER, 2013).

Durante os encontros relatados no estudo desenvolvido no projeto UCA, pelo menos três das questões apresentadas no teste conceitual tiveram acertos entre 35% e 70% e necessitaram ser discutidas em pares como denota o método PI.

A dinâmica realizada no estudo teve resultados positivos, uma vez que os alunos se mostraram entusiasmados com os encontros.

Os alunos foram questionados antes e depois da aplicação do método, sobre em quais deles (tradicional – aulas expositivas e discussão em pares – ensino colaborativo) a aprendizagem era favorecida. No questionamento anterior ao método, 60% dos alunos defenderam o ensino tradicional, como melhor método de ensino. No entanto, depois da aplicação do método, 97% dos alunos afirmaram que os desenvolvimentos das atividades foram bons ou muito bons. Diante deste índice, Muller (2013) pôde concluir que o método *Peer Instruction* funcionou com um meio motivador de aprendizagem de conceitos de Física no projeto de implementação de computadores na escola descrita.

Nos estudos realizados por Mazur na Universidade de *Harvard*, procuraram-se correlações entre o desempenho no diagnóstico conceitual de Hestenes, Wells e Swackhammer e o desempenho dos mesmos alunos em questões quantitativas “tradicionais”, do tipo que ele vinha utilizando em suas avaliações há anos. Mazur concluiu que a correlação era surpreendentemente fraca: muitos de seus alunos eram capazes de resolver problemas quantitativos com grande competência (a julgar pelas questões resolvidas em prova), mas revelavam no diagnóstico manter uma concepção não-newtoniana da Mecânica. Tanto Mazur quanto outros autores relatam inovações metodológicas fundamentadas em resultados obtidos pela pesquisa em ensino-

aprendizagem de Física que produziram melhor compreensão conceitual em suas turmas, resultado esse correlacionado em alguns casos com melhor desempenho também em questões quantitativas (PIEKARZ et al., 2003, p.544).

O método PI, como já mencionado tem sido implementado não só no ensino de Física Universitário, mas também, em outros níveis de ensino. No entanto, o método também é passível de algumas críticas como a de Millar (1989, p.589): [...] “um modelo construtivista de aprendizagem não tem como consequência lógica um modelo construtivista de instrução”.

As considerações de Millar (1989) partem da ideia de que o método não deve apresentar os mesmos passos das interações pré-existentes nos alunos

O fato de a aprendizagem ser um produto da interação entre concepções pré-existentes e novas experiências não implica, necessariamente, que as estratégias de ensino baseadas nesse modelo tenham que apresentar os mesmos passos no processo de instrução: explicitar as ideias prévias, clareá-las através de trocas e discussões em grupos, promover situações de conflito e construção de novas ideias e, finalmente, efetuar a revisão do progresso no entendimento, através da comparação entre as ideias prévias e as recém-construídas. (MILLAR, 1989, p. 588-589).

As críticas tecidas a métodos como o PI consideram que a não compreensão ou generalização do conhecimento decorre da não compreensão do mesmo e não da falta de discussão (MORTIMER, 1996). No entanto, consideramos que a discussão entre os alunos com níveis diferentes de compreensão do assunto possa persuadir o que menos entende a compreender o assunto.

O *Peer Instruction* possui, de acordo com Araujo; Mazur (2013), como foco principal a interação social entre os alunos, que visa principalmente à aprendizagem dos conteúdos, em um processo em que o professor deixa de ser o centralizador e atua como facilitador do “processo educativo”, tendo o aluno como centro. Por isso, o professor deve ter cuidados em relação à aplicação deste método, pois, ministrar uma aula tradicional e no final incluir uma votação, pode até ser motivador inicialmente aos alunos, mas deixa de lado a interatividade proposta pelo método. E, por outro lado, de acordo com a pedagogia histórico-crítica, o professor deve transmitir o conhecimento para o aluno. Ele é responsável por essa tarefa na grande dinâmica escolar. Assim, o método pode ser um excelente coadjuvante no processo ensino-aprendizagem.

A Avaliação, de acordo com Barbosa e Concordido (2009), é o ponto mais difícil no ensino colaborativo. No ensino tradicional, as notas são atribuídas de maneira objetiva, depois de uma avaliação com instrumentos fixados. As atividades associadas ao PI devem ter uma análise subjetiva da participação dos alunos no processo de ensino-aprendizagem.

Em relação à avaliação, James (2006) comparou os efeitos de pontuar apenas a participação dos alunos nos testes, atribuindo notas em relação ao desempenho dos alunos nos questionamentos. E, em suas observações, James (2006) reforça que essa ação deve ser evitada, pois afeta as discussões. Já que nesta situação os alunos com um conhecimento mais avançado dominam a prática e os demais assumem um papel passivo. Quando se considera apenas a fala, as discussões se desenvolvem com maior participação, dando chances para que a maioria dos alunos exponham suas opiniões. (ARAÚJO; MAZUR, 2013).

Quanto ao fato de se avaliar o método apenas pelas discussões, e não as respostas corretas, vale acentuar que cabe ao professor identificar o esforço do aluno para criar uma argumentação coerente, o que demonstra um desenvolvimento de estudo e leituras por parte dele.

Em relação à avaliação, de acordo com Araújo; Mazur (2013), os professores podem atribuir notas entre 0 e 2 ao processo, recebendo nota máxima “2” o aluno que evidencie concretamente o porquê de sua resposta, sendo ela correta ou não, sendo importante salientar a reflexão sobre o grau de correção. Sendo assim, o aluno receberá nota “0” mesmo que assinale uma questão correta e não saiba expor as justificativas por ter escolhido aquela questão, aplicando-se a nota “1” ao aluno que apresenta alguns indícios de reflexão sobre o assunto.

Nos estudos realizados nas Universidades Norte Americanas, o levantamento de respostas são realizados por *clickers*. Algumas Universidades por não possuírem esta tecnologia, não aplicam o método. No entanto, segundo estudos realizados por Larsy et al., (2008), a utilização de cartões para o levantamento de respostas não apresenta perdas significativas para o processo de aplicação do método.

O autor enfatiza, porém, que a utilização de *clickers* pode facilitar o trabalho do aplicador do método, pois o levantamento de respostas ocorre

automaticamente, sendo mais rápida a análise – além do que os resultados da votação podem ser armazenados e analisados posteriormente.

Em relação à utilização de cartões para a contagem das respostas, Araújo; Mazur (2013) destacam que o professor deve tomar cuidado em coletar as respostas sem que um aluno tome conhecimento da resposta do outro antes da hora desejada, sendo necessário que o professor tenha estratégias para minimizar as chances de um aluno aguardar o colega, para copiá-lo. Assim, uma opção é que o aplicador efetue contagem regressiva para que os alunos apresentem seus cartões.

O método *Peer Instruction*, como já destacado, possui o intuito de ensino conceitual; no entanto, a aprendizagem de Física precisa da “formalização” de conceitos, o que necessita da resolução de exercícios. Por isso, pode-se rodiziar as aulas com discussão conceitual, com aulas de resolução de exercícios, que podem ser respondidos em grupos de dois ou três alunos, em vez de o professor utilizar de práticas que tiram o aluno como foco do processo de ensino-aprendizagem, onde o professor resolve sozinho todos os exercícios no quadro negro. (ARAÚJO; MAZUR, 2013).

Outro ponto crítico em relação à aplicação do método *Peer Instruction* é o fato de muitos alunos não possuírem o hábito de leitura pré-classe e esta é uma barreira a ser transposta. Em uma experiência ocorrida no curso de direito no centro UNISAL em Lorena (SP), os alunos receberam textos prévios sobre o assunto a ser trabalhado na sala e apenas 30 % demonstrou ter lido o material, e infelizmente, apesar de as discussões terem demonstrado resultados significativos, esse aspecto ainda pesa sobre a aplicação do método, diante da realidade dos estudantes brasileiro.

O método *Peer Instruction* não é uma solução infalível de ensino e muito menos a resolução para todos os problemas dos ensinos mundial e brasileiro, como dizem as críticas. No entanto, devemos considerar que métodos colaborativos, como ele, podem demonstrar resultados positivos no processo ensino-aprendizagem de determinados conceitos, já que priorizam a reflexão em vez da memorização.

3. AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS NO CONTEXTO DAS TEORIAS EPISTEMOLÓGICAS DO SÉCULO XX

As pesquisas em torno do Ensino de Ciências vêm crescendo no Brasil com consequentes resultados importantes para a melhoria da qualidade educacional. Como exemplo disso, podemos citar as investigações sobre as concepções alternativas e como elas interferem no ensino.

De acordo com Gravina e Buchweitz (1994, p.110): “As concepções alternativas, também chamadas intuitivas ou espontâneas são as concepções apresentadas pelos estudantes que diferenciam das concepções aceitas pela comunidade científica”.

De fato, as concepções alternativas tomaram maiores dimensões com a defesa das metodologias reflexivas para o processo educacional. Destaca-se aqui o cuidado que se deve ter com relação à diferenciação entre o construtivismo e a “aprendizagem por descoberta”, defendida por professores de Ciências empiristas-indutivistas. Tal abordagem será tratada com mais detalhe ao longo deste texto.

No processo reflexivo, ao contrário das metodologias tradicionalistas, a aprendizagem do aluno está diretamente relacionada ao processo de substituição das suas concepções alternativas pelas concepções aceitas pela comunidade científica. Isso implica que o aluno deve consolidar seu conhecimento, sendo algo que ocorre ao longo do tempo e não automaticamente por memorização, mas sim, por um processo reflexivo.

Desse modo, desde a década de 70 os debates educacionais na área do ensino de Ciências direcionam suas atenções para buscas dos métodos mais eficientes no sentido de promover mudanças no processo de ensino, já que no Brasil o ensino de Ciências continua pautado em metodologias tradicionais que acreditam que o aluno é uma tábula rasa.

Na década de 1980, a preocupação em relação ao fenômeno das concepções alternativas deu origem a debates e pesquisas que visavam estabelecer de que forma essas concepções poderiam ser eliminadas ou transformadas, dando lugar a concepções que fossem coerentes com os conhecimentos científicos atuais.

A esse respeito, observa Nussbaum (1989):

O conceito de aprendizado e a mudança conceitual se encontram no centro do aprendizado da ciência, uma vez que os conceitos fornecem o elemento de organização e os princípios diretivos para todas as lições, assim como para todos os trabalhos de laboratório ou de campo. Desta forma, é muito significativo para a pesquisa da educação em ciências chegar a um entendimento profundo da dinâmica da mudança conceitual na sala de aula, caminhando das pré-concepções ingênuas para as desejadas concepções “científicas”. Depois de vencer este desafio, esperamos ser capazes de planejar estratégias de ensino apropriadas para promover a mudança conceitual pretendida. (NUSSBAUM, 1989, p. 530).

A busca para entender e transpor as mudanças conceituais levaram cientistas como Posner a associar as mudanças conceituais com os ideais de quebra de paradigma de Kuhn e conforme Bastos et al. (2001):

Entender a mudança conceitual como mudança de paradigma teve uma série de implicações importantes. O estudante, para transitar de um conjunto de noções para outro (por exemplo, para movimentar-se de uma física de senso comum para uma física compatível com a física newtoniana), precisaria operar em si mesmo uma autêntica 'revolução científica'. Além disso, ficava claro que a mudança conceitual poderia requerer que as concepções dos alunos fossem expostas a contra-exemplos, pois, na análise realizada por Kuhn, as *anomalias* (observações que contradiziam o paradigma vigente) eram fatores importantes que impulsionavam a mudança de paradigma. (BASTOS et al., 2001, p.03).

A revolução científica defendida por Kuhn ocorre frente a uma mudança conceitual, já que ao ficar diante de um desafio o cientista deve propor um novo modo de ver as coisas (Posner, 1982). Na educação, essa mudança conceitual de certa forma ocorre com um abandono das convicções presentes no aluno para adquirir os conceitos científicos. Sobre esta mudança Bastos et al. (2001) afirma:

[...] a mudança conceitual é um processo em que a concepção alternativa do aluno perde *status* e a concepção científica apresentada pelo professor ganha *status*. As concepções que o aluno tende a conservar são aquelas que ele considera *inteligíveis, plausíveis e frutíferas*. A tarefa do professor é, pois fazer com que o aluno passe a ver as concepções científicas como inteligíveis e ao mesmo tempo mais plausíveis e frutíferas que as concepções alternativas. (BASTOS et al, 2001, p.03).

O professor é uma figura importante no processo de mudança conceitual e deve levar-se a considerar no ensino de ciências a construção humana e social dos conteúdos, assim como os debates acerca do tema:

[...] os debates a respeito do tema da mudança conceitual conduziram a uma percepção mais adequada a respeito da riqueza do processo

de aprender ciências. E da mesma forma que o fazer ciência não está imune às influências de valores e concepções de sociedade, o ensinar ciências também teria de ser pensado à luz desses condicionamentos. (RUFFATO; CARNEIRO, 2009, p.270).

Para Bastos et al. (2001), uma possível explicação para justificar a grande dificuldade em promover a mudança conceitual nos alunos seria suas interações com pessoas do seu meio familiar e com suas experiências sociais.

[...] os alunos, a partir de suas experiências com objetos, eventos, seres vivos, outras pessoas, informações da mídia etc., constroem *por si mesmos* uma variedade de idéias e explicações acerca das coisas da natureza; as idéias e explicações construídas pelos alunos podem ser consideravelmente resistentes à mudança e funcionar como *importantes obstáculos à aprendizagem escolar*. (BASTOS et al., 2001, p.2, grifos do autores).

A aprendizagem de novos conceitos deve levar o aluno à utilização da nova concepção o que muitas vezes não ocorre, por esses novos conceitos não serem assimilados e confrontados com o já existente:

A insatisfação pode ocorrer quando um conceito existente no indivíduo é incapaz de assimilar ou de dar sentido à nova informação, o que pode levá-lo a abandonar o conceito existente e substituí-lo por outro que consiga explicar e resolver o novo fenômeno ou problema encontrado. (GRAVINA, BUCHWEITZ, 1994, p.111).

As novas concepções devem ser significativas aos alunos, fazendo-os utilizá-las para resolver seus problemas. Para que os educandos adquiram o conhecimento científico é necessário que eles o construam. E nessa construção não se devem ignorar os seus conhecimentos prévios, para que assim realmente ocorra uma aprendizagem significativa (ROBERTO, 2009).

A aprendizagem construtivista que propõe a transformação das concepções alternativas dos alunos é criticada por alguns autores em determinados aspectos. Apesar da euforia demonstrada pela educação científica diante dos modelos construtivistas, Mortimer (1996) acredita que eles tiveram esgotamento, começando pela diminuição de pesquisas sobre o assunto, assim como a dificuldade na preparação dos professores, que utilizam - em maioria - como estratégias de ensino “experimentos cruciais”.

Apesar de muitos professores de Ciências acreditarem que a utilização das atividades experimentais são valiosas para a construção do conhecimento, elas podem estar sendo utilizadas apenas como metodologia para repetição.

Na verdade, essa tendência metodológica utilizada pelos professores de Ciências está associada a uma crença de que a construção da Ciência se dá por métodos empíricos, integrando o Método Científico. Ressalte-se que as pesquisas apontam que a metodologia adotada pelos professores de Ciências está diretamente correlacionada a suas concepções epistemológicas.

Dessa maneira, as concepções alternativas – que como mencionado, são conceitos que partem do empirismo e não mudam com a aprendizagem do conhecimento científico – têm implicações para o ensino. Assim, a epistemologia da Ciência e metodologias alternativas podem ser aliados na sua desconstrução. Podemos dizer que o processo ensino-aprendizagem é um ato constante e contínuo de desconstrução, construção e reconstrução do conhecimento.

3.1 A Epistemologia do ensino de Ciências

A sociedade atual experimenta largo avanço tecnológico, que é diretamente proporcional ao desenvolvimento da Ciência. Mas como a Ciência se desenvolve? Conforme Silveira (1996) existem muitas questões a fazer:

Como é obtido o conhecimento científico? Como é validado o conhecimento científico? Há diferenças entre o conhecimento científico e o não científico? Qual é o método da ciência? Qual é o papel que a observação, a experimentação, a razão, a intuição, a criatividade têm na produção do conhecimento científico? Em que circunstâncias se dá o abandono, a substituição de uma teoria científica por outra? Esses e tantos outros problemas têm sido objetos de investigação da Filosofia da Ciência ou da Epistemologia. (SILVEIRA, 1996, p.36).

De acordo com as ideias de Massoni e Moreira (2011 p. 6): “A epistemologia é o ramo da filosofia que tem como objetivo o estudo do conhecimento [...]. Assim Epistemologia pode ser entendida como uma ciência da ciência”. Podemos dizer também que a epistemologia da Ciência estuda a origem, a estrutura, os métodos e a validade de como o conhecimento é construído ao longo da história do desenvolvimento humano. A epistemologia é conhecida como teoria do conhecimento e relaciona-se com a metafísica, a lógica e a filosofia da Ciência.

Em resumo, a epistemologia estuda quais os mecanismos de progresso da Ciência. Ou seja, quais são os métodos que nos levam ao conjunto de “verdades” aceitas pela comunidade científica, de acordo com sua época.

Uma questão crucial nessa discussão é a disputa entre o empirismo-indutivismo de Locke e o racionalismo de Descartes.

No que se refere ao empirismo, acredita-se que o conhecimento científico é construído pela experimentação.

Conhecimento científico é conhecimento provado. As teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento. A ciência é baseada no que podemos ver, ouvir, tocar, etc. Opiniões ou preferências pessoais e suposições especulativas não têm lugar na ciência. A ciência é objetiva. O conhecimento científico é conhecimento confiável porque é conhecimento provado objetivamente. (CHALMERS, 1993 p. 18).

É muito comum ouvirmos em anúncios a seguinte fala “testada e aprovada cientificamente”, colocando os produtos como algo indiscutível, já que se validou experimentalmente e cientificamente. (CHALMERS, 1993).

Diversamente, para Descartes a Ciência progredia em função da razão humana. O método científico se consagrou como uma metodologia infalível para a construção do conhecimento científico. E assim, o ensino de Ciências por muito se pautou na reconstrução dos passos feito pelos cientistas. Dessa forma, ao refletirmos o ensino de Ciências, podemos fazer diversas indagações. Os processos didáticos devem se ater à forma de produção do conhecimento? O conhecimento científico é diferente do conhecimento que deve ser transmitido ao aluno na sala de aula? Santos (2012, p.66) coloca: “Pensar o comportamento de um gás como um conjunto de bolas de bilhar em movimento” é uma generalização que ocorre no processo de ensino. No entanto, os professores devem priorizar o conhecimento científico para que assim, ele não se desconstrua no processo de ensino e as generalizações acabem sendo tidas como verdades.

Os professores, mesmo que inconscientemente, utilizam suas metodologias de ensino com base em suas crenças epistemológicas acerca da Ciência. Um número expressivo de professores ainda é realista ingênuo e, apresenta modelos teóricos como verdades científicas. Por exemplo,

apresentam o desenho de átomo como verdade, sem destacar que é apenas uma representação de um modelo.

Para Castro (1993), a Ciência não deve ser encarada como um produto acabado e não se deve conferir ao conhecimento científico uma simplicidade que não existe, assim como não se pode imprimir obviedade aos conteúdos da Ciência.

Na verdade, a aprendizagem da Ciência deve priorizar o raciocínio de tal forma que uma dada investigação se aproxime do conhecimento científico. O ensino de Ciências, principalmente o de Física, deve encarar o conhecimento mais próximo possível da construção científica, partindo de uma hipótese e estabelecendo critérios de discussões que levem a um consenso que seja suficiente para desestabilizar e modificar as concepções existentes.

No ensino de Física, situações em sala de aula que partem de pontos de vista conceituais diferentes para estabelecer um debate racional, uma conclusão ou julgamento somente são alcançadas por consenso quando há a predominância de um critério pertinente. Critérios racionais para avaliação de concepções ou teorias científicas relacionam-se a sistemas de conhecimento específicos que são analisados filosoficamente, mais especificamente, pela filosofia da ciência. (SILVA et al., 2008, p.03).

O ensino que prima pelo conhecimento científico deve partir do ponto de vista que acima de tudo deve-se ter um ensino histórico que privilegie os caminhos percorridos pelo conhecimento sem que se imite atualmente o que se fez, mas que se tente entender os processos científicos ao longo do histórico científico. E nessa perspectiva tornam-se importantes as Epistemologias da Ciência que discutem os ideais defendidos ao longo da construção do conhecimento científico.

A descrição da forma de produção do conhecimento científico sofreu alterações ao longo da história. Portanto, mostrar ao aluno a história dessa construção auxilia no desenvolvimento do pensamento crítico, favorecendo a formação crítica.

É consenso entre a maioria dos professores e pesquisadores em ensino de Física a utilização da História da Ciência como uma ferramenta para promover a construção dos conhecimentos científicos em sala de aula e estudos têm apontado um parentesco entre as concepções alternativas dos estudantes e os modelos científicos que predominaram em determinado período histórico nos

mais diversos campos dos conhecimentos (BARROS; CARVALHO, 1998, p. 83).

A atividade científica passa a ser distorcida a partir do momento em que se despreza a sua história (CASTRO; CARVALHO, 1995). Por isso, conhecer a história da ciência está além de analisar fatos históricos, e sim, conhecer divergências e discussões que levaram à construção do conhecimento, expondo a toda a criatividade da Ciência. (BARROS; CARVALHO, 1998).

Os programas de ensino que privilegiam a história da Ciência devem ser mantidos para melhorar as concepções alternativas dos alunos. Elementos históricos podem levar a uma efetiva metodologia que utiliza processos reflexivos. (KHALICK; LEDERMAN, 2000).

A história da Ciência pode levar os alunos a entender a Ciência como algo mais completo e complexo do que é mostrado, valorizando os processos do trabalho científico como a descoberta, os experimentos, o formalismo matemático e a evolução dos conhecimentos, assim como o privilégio de seu caráter coletivo e suas implicações sociais. (SOLBES; TRAVER, 2001).

A epistemologia contemporânea diferente da epistemologia indutivista compreende que o experimento por si só não produz conhecimento e que o conhecimento é uma construção humana, que tem como princípio entender a realidade (SILVEIRA, 1996).

O objetivo de Visões Epistemológicas Contemporâneas é identificar, apresentar e discutir ideias de alguns dos principais filósofos da ciência do século XX, as quais constituem uma nova maneira de conceber a natureza da ciência – teorias sobre a produção do conhecimento ou Epistemologia – seu “método” e sua evolução histórica (MASSONI; MOREIRA, 2011, p.3).

A Ciência deve ser vista como algo mutável, onde a imaginação faz parte do processo, por ser uma construção humana. Assim como escreve Silveira (1996):

Outra importante característica do conhecimento científico é a sua provisoriedade. A ideia de um conhecimento verdadeiro e, em consequência, imutável, foi abandonada. As revoluções na Física no final do século XIX e início do século XX, ou anteriormente com Copérnico, Kepler, Galileu, Newton e exemplificam a provisoriedade do conhecimento (SILVEIRA, 1996, p. 15).

A provisoriedade do conhecimento científico é evidente também nas palavras de Popper, (1985, p.330): “Nenhuma teoria em particular pode, jamais

ser considerada absolutamente certa: cada teoria pode se tornar problemática [...] nenhuma teoria é sacrossanta ou fora de crítica”. E apesar dessa característica, o ensino, até mesmo o universitário, é constituído de uma visão empírico – indutivista das ciências. E o estudo da epistemologia pode levar a uma análise de todas as correntes filosóficas da Ciência para que se compreenda a importância de cada teoria em sua época, o que pode suceder a uma análise crítica do momento atual e de como se deve agir.

Para que seja efetivo o estudo da história da Ciência, ela deve ocorrer desde a formação dos professores assim como discute Massoni, Moreira (2011, p.3): “A inserção de distintas visões sobre a natureza da ciência na formação de professores de Física e também no Ensino Médio pode contribuir para a transformação de concepções equivocadas de professores e estudantes”.

O ensino pautado na descoberta *prima* pela discussão e pela aprendizagem de todo o processo que leva formulação das teorias que aprendemos hoje. Este modo de estudo nos ajuda a criar métodos de ensino que priorizem o conhecimento acumulado pela humanidade, sendo importante conhecer ideais demonstrados pela epistemologia da Ciência.

3.2- Os ideais de Popper, Lakatos, Khun e Bachelard

Apesar desses epistemólogos apresentarem teorias e definições diferenciadas com relação ao desenvolvimento da Ciência, eles comungam de algumas ideias, como, por exemplo, de que a Ciência não pode ser repassada como um produto pronto e acabado, mas sim como um processo de construção.

3.2.1 Falseacionismo de Popper

Para Karl Popper, o conhecimento é uma construção humana – o que o coloca como um idealista do racionalismo crítico. Até o século XX, acreditava-se que o conhecimento científico era formulado através de experimentos e observações. E que aqueles explicavam os fenômenos da natureza.

O método empírico como fonte de conhecimento foi difundido entre muitos pensadores. Eles acreditavam que a experimentação e a observação eram o método científico, afirmava ainda que somos uma tábula vazia e que nossas experiências nos tornam conhecedores. Segundo a visão empirista, a observação e a experimentação antecedem a teoria. Diversamente, para Popper, a observação já está precedida de hipóteses teóricas. Não há observação neutra. Já para Popper, para se testar um fenômeno é necessário sistematizar e escolher padrões cabíveis para certas classes de acontecimentos, o que inverte a ordem defendida pelos indutivistas para teoria e prática.

A Ciência tem princípios e valores que a sociedade tenta lhe imprimir em relação a esse princípio e as contribuições de Popper ao assunto: “[...] as ideias de Popper podem dar uma contribuição relevante ao debate, na medida em que lhe apresenta sua concepção de ciência conscientemente associada a certos valores e uma determinada visão de sociedade.” (RUFATTO; CARNEIRO, 2009, p.270).

Os ideais de Popper podem nos levar a uma articulação entre a Ciência e sociedade ao se pensar em um processo educacional esses dois aspectos são cruciais: “Um dos questionamentos mais importantes que foram apresentadas em relação a filosofia de ciência de Karl Popper diz respeito a questão da mudança teórica, ou seja, quais seriam os fatores que conduziram o abandono de uma teoria e adoção de outra.” (RUFATTO; CARNEIRO, 2009, p.270).

Segundo Popper, a lógica dedutiva tem papel importante no método da Ciência sendo transmissora de verdade, retransmissora da falsidade e não retransmissora da verdade. Ela transmite a verdade por meio de um raciocínio, retransmite a falsidade, já que, se a conclusão dedutiva for falsa, então, uma ou mais premissas é falsa e não transmite a verdade, porque se uma premissa for verdadeira por dedução, os demais podem não ser. (SILVEIRA, 1989).

A teoria de Popper diante desta perspectiva, então, baseia-se nas refutações:

Essa é uma concepção de ciência que considera a abordagem crítica sua característica mais importante. Para avaliar uma teoria o cientista deve indagar se pode ser criticada se se expõe as críticas de todos

os tipos e em caso afirmativo, se resiste às críticas. (POPPER, 1985, p.284).

Popper considera a Ciência experimental, mas não como confirmação de teorias, e sim para testá-la e levá-la à refutação. Os inúmeros testes pelo qual uma teoria passa não a comprovam, levando-a apenas a sua refutação. (RUFATTO; CARNEIRO, 2009).

Um cientista, seja teórico ou experimental, formula enunciados ou sistemas de enunciados e verifica-os um a um. No campo das ciências empíricas, para particularizar, ele formula hipóteses ou sistemas de teorias, e submete-os a teste, confrontando-os com a experiência, através de recursos de observação e experimentação. (POPPER, 1985, p.23).

De acordo com Popper, para compreensão do mundo em quais os indivíduos estão inseridos é necessário fazer indagações que são refutáveis, e a partir de suas falsidades fazer conjecturas e saltos para outras conclusões (POPPER, 1985). O pensador ilustra claramente com suas palavras que o método indutivista é falho do ponto de vista que um fato, em específico, não pode explicar a universalidade dos acontecimentos: “independente de quantos cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos” (Popper, 1985; p.32). O autor critica o método indutivista, já que para se provar algo através de observação são necessárias infinitas deduções.

De acordo com Silveira (1989), “Popper denomina a teoria indutivista como a “teoria do balde mental”, já que ele considera a concepção de que o conhecimento deriva das percepções já acumuladas.” O ponto de partida desta teoria é a doutrina perseasista de que, antes de podermos conhecer ou dizer qualquer coisa acerca do mundo, devemos ter tido percepções – experiências de sentido. (POPPER, 1985, p.313).

Ao criticar o indutivismo, Popper declara que, para se provar legitimidade de uma teoria, é necessário mais do que percepções: o pensador declara que maior que o perceptível é o observável. A observação é importante, pois vem precedida de um problema e, ao resolvê-lo, pode-se alterar uma teoria. No entanto, a Ciência não está livre de suposições trazidas por observações e a possibilidade de criticá-las é o que faz ciência (SILVEIRA, 1989).

As Ciências Naturais sempre começam de um problema que para ser solucionado utiliza a tentativa e o erro, quando se realiza experimentalmente soluções para os problemas, o que exige um número grande de tentativas. E assim, essencialmente aprender é testar um modelo após o outro até encontrar o correto, ocorrendo três etapas nesse processo: o surgimento do problema, as tentativas para solucioná-lo e a fase de eliminação dos erros. (POPPER, 2001).

Popper defende que estes procedimentos são inatos e podem explicar, por exemplo, a teoria darwinista, onde a resolução do problema gerado por uma característica ambiental é resolvido por uma evolução genética. Como muitas dessas mudanças são fatais, ocorre o descarte até que uma mostre a solução. O conhecimento surge de um problema que causa espanto, suscita numa tentativa de resolução que de imediato é inata, mas que, por necessitar de um conhecimento prévio, não se resolve por mera percepção, como prega o empirismo que acredita no conhecimento como senso comum.

O conhecimento surge de um problema. Diante das dificuldades aparecem muitas hipóteses e estas têm em sua maioria propostas falsificáveis, que são testadas e aplicáveis (SILVEIRA, 1996). A verdadeira aprendizagem ocorre com os erros e não com os acertos. As indagações acerca das hipóteses levam à verdadeira conclusão. Quando uma teoria é criticada, tudo leva a uma busca, a um conflito, direcionando as teses que procuram, às vezes, nem a verdade absoluta mas uma explicação racional. (POPPER, 1987).

Karl Popper, desse modo, conserva o princípio de que a Ciência surge de problemas. Assim, por tentativa e erro, os seres associam soluções até que a expectativa se mostra falsa, o que cria uma nova expectativa que substitui a anterior. Sobre a perspectiva tentativa e erro, Silveira (1989, p.157) escreve: “O conhecimento evolui por um processo de tentativa de eliminação do erro.”

De acordo com Santos (2012), o modelo de refutações ocorre em três fases: o problema, as tentativas de solução e a eliminação. No início, surge uma expectativa inata; depois, tenta-se resolver o problema e, por fim, descartam-se as tentativas erradas.

Para Popper, o surgir de um problema faz nos perceber que a Ciência parte de um conhecimento acumulado e não de uma simples observação, como no indutivismo, onde o conhecimento da Ciência baseava-se apenas na

percepção. Sobre o tema, Santos (2012, p.63) diz: “Ora, os órgãos dos sentidos servem para tentar resolver problemas que se nos colocam, ou seja, numa perspectiva biológica, o problema é prévio à percepção”.

Os três processos do conhecimento que surgem com o levantamento do problema são um método crítico que depende da linguagem para que as hipóteses sejam expostas e esse fato faz com que a Ciência vá além do sujeito.

A necessidade de um ensino crítico leva-nos a arremeter aos ideais de Popper para tentar dinamizar o processo ensino-aprendizagem de Ciências para que ele seja dialético e atenda a todas as perspectivas socioeconômicas do ensino atual. Assim, podemos considerar a ideia de que são os problemas que levam à necessidade de aprender. Uma simples observação não conduz a uma problematização. Fazer apenas relatórios torna o observador – no caso o discente – apenas um espectador do que acontece, não instiga a procura de respostas.

Popper possibilitou a valorização do conteúdo humano no desenvolvimento da Ciência. Para ele, a Ciência é fundamentada em métodos e técnicas criadas pelo homem. Dessa forma, a humanização da Ciência aproxima-a de um ensino social e crítico que leva em consideração as vivências anteriores dos alunos, para que ocorra uma mudança conceitual, que o transforma em conhecimento científico.

De acordo com Rufatto e Carneiro (2009, p.283), o debate racional pode levar à mudança das concepções e este pode ser apoiado na racionalidade defendida por Popper:

Uma das principais vantagens do estudo pormenorizado das ideias de Popper para o Ensino de Ciências seria, portanto, a possibilidade de se refletir com maior clareza a respeito das consequências que as concepções de ciência podem ter para esta área. No caso específico de Popper, a valorização do debate racional não dogmático. (RUFATTO; CARNEIRO, 2009, p.283).

O professor deve perceber que a adoção de novas concepções podem ter impactos diante de sua postura mediante o conhecimento. O docente, ao adotar o ponto de vista de Popper em relação ao ensino poderá apresentar aos alunos a valorização do debate racional.

O problema está no fato de que ainda a visão indutivista predomina entre os professores. As atividades experimentais são um bom exemplo disso: os alunos são levados ao laboratório na perspectiva de que a citada atividade é suficiente para levar à compreensão do conhecimento científico envolvido nos conceitos físicos.

O assunto sobre a visão indutivista dos professores é relatado por Silveira (1989):

Para algumas pessoas o problema da aprendizagem estaria resolvido se o aprendiz entrasse em contato com os fatos. Se o aluno tiver possibilidade de realizar experimentos redescobrirá as leis e teorias. Portanto seria suficiente que a abordagem de um novo conteúdo começasse com atividades experimentais. Essa forma de encerrar o processo de aquisição do conhecimento nada mais é do que a “teoria do balde”. Mesmo que fosse possível a construção da teoria a partir de fatos, é uma ingenuidade crer que o aluno pudesse reconstruir em curto espaço e tempo o conhecimento científico construído em muitos anos. (SILVEIRA, 1989, p.158).

O aluno não é uma “tábula rasa” como se prega o indutivismo: ele possui expectativas anteriores que podem e devem ser discutidas no processo de aprendizagem. Como defendia Popper, todo o conhecimento é resultado de uma mudança e um pensamento anterior. Desse modo, as discussões críticas são cruciais para o desenvolvimento dos sentidos social e crítico do aluno.

O professor, diante dessa perspectiva, deve conhecer as teorias anteriores dos alunos, sendo capaz de, ao ensinar, além de apresentar a teoria, criticar as demais (SILVEIRA, 1989). O docente, ao ensinar, deve confrontar a teoria ensinada com as concepções alternativas dos alunos. E ainda deve estar preparado para o fato de que o discente pode esquivar-se da refutação e continuar em sua concepção anterior.

3.2.2 Sucessão ou concorrência de teorias?

Os ideais de Popper são criticados por Kuhn em relação a como se faz Ciência: “Segundo Kuhn, os cientistas não abandonam suas teorias em razão de um experimento refutador, isto seria muito pouco para fazê-los desistir de ideias que prezam muito, que desenvolveram durante muito tempo, habituando-se a elas.” (RUFFATO; CARNEIRO, 2009, p.271).

Para Thomas Kuhn, é necessário persistir nas experiências até que se prove realmente sua veracidade, é necessário ter cuidado para não se criar e perpetuar paradigmas durante esse processo.

De acordo com Chalmers (1993, p.112): “Um paradigma é composto de suposições teóricas gerais e de leis e técnicas para a sua aplicação adotadas por uma comunidade científica específica”.

Os que trabalham dentro de um paradigma praticam, de acordo com Kuhn, o que se determina como Ciência normal. Esse período, de acordo com Massoni (2001, p.12), significa para Kuhn: “o período durante o qual as realizações de pesquisas são reconhecidas por alguma comunidade científica como fornecedoras dos fundamentos para a sua prática científica”. Esses cientistas desenvolvem um paradigma que explica fatos reais. As dificuldades encontradas no processo de experimentação vão fazer aparecer as falsificações e, se essas fogem do controle, instalar-se-á uma crise.

A crise para Kuhn segundo Massoni (2011):

[...] desempenha um papel importante (é pré-condição) para as *revoluções científicas*, pois, quando não há crise, a solução dos problemas anômalos é ignorada, mesmo porque a comunidade científica oferece resistências à emergência de novas teorias e acaba concebendo modificações *ad hoc* da sua teoria, tentando preservá-la. (MASSONI, 2011, p.12, grifo do autor).

A crise só é resolvida quando surge um novo paradigma que pode se sustentar mais que o anterior. Tal mudança caracteriza o que o pensador determinou como “Revolução Científica” (CHALMERS, 1993).

Sobre o desenvolvimento da Ciência descrito por Kuhn, Massoni (2011) pode nos acrescentar:

A ciência, para Kuhn, cresce por meio do seguinte esquema dinâmico: um período de ciência normal, em que o trabalho dos cientistas, baseado em uma determinada “visão de mundo” ou paradigma, é interrompido por uma revolução científica e, à medida que os cientistas aderem ao novo paradigma, que é incomensurável com o anterior, uma nova ciência normal é estabelecida. (MASSONI, 2011, p.12).

Para Kuhn, a Ciência sem inovações não deve ser reproduzida, no entanto, como podemos já identificar, muitas práticas empíricas ainda são colocadas como tradições. Sobre isso Santos (2012 p. 67) escreve: “Uma

comunidade científica, ao partilhar um paradigma, compromete-se com um conjunto de regras e padrões para a sua prática”.

O pensador ainda ressalta que quando uma nova mudança surge é chamada de Revolução científica e deve ser boa o suficiente para ser considerada como um paradigma (SANTOS, 2012).

Kuhn, de acordo com Massoni (2001) acredita que:

[...] uma revolução científica implica uma profunda mudança de concepções, um deslocamento da rede conceitual que leva os cientistas a ver o mundo de outra forma. Ao abraçar um novo paradigma é como se o cientista usasse “lentes inversoras” e, olhando para o mesmo conjunto de objetos, ele os visse totalmente transformados; disso decorre o sentido de incomensurabilidade. (MASSONI, 2001, p. 15).

Os relatos de Kuhn e Lakatos possuem coisas em comum, pois ambos criticam Popper quanto à inflexibilidade diante do falsacionismo. Nesse sentido, Lakatos, apesar de concordar com os pensamentos do filósofo ao relacionar o desenvolvimento das Ciências através da construção de hipótese, critica o falsacionismo, já que acredita que o processo de transformação se estabelece pela concorrência de hipóteses. Assim, nenhuma ideia pode simplesmente ser descartada sem o aparecimento de outra mais plausível.

O conhecimento científico para Lakatos, dessa forma, ocorre por competição e falseações de teorias, quando uma teoria é falseada é porque se esgotaram todas as possibilidades:

Se apresentarmos uma teoria para resolver uma contradição entre uma teoria e um exemplo contrário de tal, maneira que a nova teoria em lugar de oferecer uma explicação científica que aumente o conteúdo só oferecerá uma reinterpretação que diminui o conteúdo, a contradição se resolverá de modo meramente semântico, não científico. (LAKATOS, 1979, p.145).

A Ciência defendida por Lakatos não preconiza a sucessão de teoria como Kuhn, mas sim, a concorrência entre elas:

A história das ciências tem sido, e deve ser, uma história de programas de investigação competitivos (ou, se quiserem, de paradigmas), mas não tem sido, nem deve vir a ser, uma sucessão de períodos de ciência normal: quanto antes se iniciar a competição, tanto melhor para o progresso. (LAKATOS, 1970, p. 69).

Para Lakatos, a história da Ciência permite uma construção social do conhecimento que leva à visão racional. “A filosofia da ciência sem a história da

ciência é vazia; a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega” (LAKATOS, 1971a, p. 91). Segundo o autor, o cientista não deve abandonar uma teoria que foi falsificada; ao contrário, deve mantê-la e investigá-la. Diante dos problemas encontrados, deve-se buscar teoria para solucioná-los.

Quando se conclui que, pelos meus critérios, um programa de investigação está – progredindo – e seu rival está – degenerando -, isto apenas nos diz que os dois programas têm certas características objetivas, mas não nos diz que os cientistas devem trabalhar apenas no programa progressivo. (LAKATOS 1971b, p. 174).

Você está interessado apenas em provas que “provem” o que pretendemos provar. Estou interessado em provas mesmo que elas não realizem a tarefa pretendida. Colombo não chegou à Índia, mas descobriu muita coisa interessante. (LAKATOS, 1978, p. 29).

Ainda sobre os programas competitivos Chalmers (1993) coloca:

A ciência progride por meio da competição entre os programas de pesquisa. Um programa de pesquisa é melhor que um rival se for mais progressivo; a natureza progressiva de um programa depende de seu grau de coerência e a extensão em que ele tenha levado ao sucesso novas predições [...] (CHALMERS, 1993, p.142).

A Ciência deve ser encarada como um imenso programa de pesquisa; assim, as teorias não são isoladas, devendo existir um grupo de pesquisas que confronte e leve a uma revolução científica (LAKATOS, 1970). O processo do conhecimento depende da existência de programas concorrentes e assim o pluralismo teórico é condição para o desenvolvimento do saber. No entanto, o que se percebe é uma tendência – a chamada aprendizagem por descoberta – em que se valoriza a experimentação que é difundida como aplicação sólida na formação de conceitos por meio da observação.

Para Lakatos, a história de ciência retrata o que ele define como uma metodologia dos programas de pesquisa científica. Nessa metodologia, as teorias não são elementos isolados, mas pertencentes a um determinado programa de pesquisa. Assim, um programa de pesquisa é formado por uma série de teorias que continuamente evoluem, sendo o processo do desenvolvimento científico caracterizado pela competição entre programas de pesquisa rivais. (SILVA et al., 2008, p.4).

A observação não produz conhecimento científico, pois este é uma produção humana aberta a mudanças e críticas. Por essa característica de inacabada, a Ciência não pode ser encarada como um produto de métodos rígidos. Por isso, para que a aprendizagem seja efetiva, são necessárias rupturas entre o prévio conhecimento, ou seja, com as concepções alternativas,

que são de origem essencialmente empíricas e não aceitas pela comunidade científica.

Quanto ao ensino de Ciências, podemos dizer que um novo conceito pode conflitar com as deduções conceituais dos alunos, no entanto, é mais comum eles aprenderem o novo conceito sem abandonar a sua concepção alternativa. Por isso, é necessário primeiro identificar quais são as concepções alternativas existentes sobre determinados assuntos para que sejam administrados materiais pedagógicos adequados. Esses recursos devem proporcionar problematizações que permitam a discussão das hipóteses encontradas, para que ocorram mudanças conceituais que contemplem o conhecimento teórico-prático científico. Assim, construção do conhecimento matemático, bem como o das demais áreas da ciência, pode se basear nos três passos descritos por Lakatos:

Norma 1. Se tivermos uma conjectura, disponhamo-nos a comprová-la e a refutá-la. Inspeccionemos a prova cuidadosamente para elaborar um rol de lemas não triviais (análise de prova); Encontremos contra exemplos tanto para a conjectura (contraexemplos globais) como para os lemas suspeitos (contra exemplos locais).

Norma 2. Se tivermos um contra exemplo global, desfaçamo-nos de nossa conjectura, acrescentemo-nos a nossa análise de prova um lema apropriado que venha a ser refutado pelo contra exemplo e substituimos a conjectura desprezada por outra melhorada que incorpore o lema como uma condição. Não permitamos que uma refutação seja destituída como um monstro. Esforcemo-nos para tornar explícitos todos os “lemas implícitos”.

Norma 3. Se tivermos um contra exemplo local, confirmamos para verificar se ele não é também contra exemplo global. Se for, podemos facilmente aplicar a Regra 2. (LAKATOS, 1978, p. 72 - 73, grifo do autor).

Os ideais de Lakatos podem nos apresentar a possibilidade de trabalhar em ciência teórica ou pelo menos ponto de vistas diferentes. Trabalhar com discussões de ideias podem propiciar debates enriquecedores aos alunos.

3.2.3 Obstáculos pedagógicos

A melhoria do ensino depende, entre outros fatores, da transformação da prática docente e isto depende da mudança de concepção do próprio trabalho pedagógico – na maioria conservador, autoritário e reprodutivo. Nesse

sentido, a obra de Bachelard pode nos levar a repensar os atos pedagógicos e as formas de ensino de ciências.

O pensamento de Bachelard analisa a educação sob o foco de uma racionalidade aberta, crítica e reflexiva. Um modo de pensar livre que ao mesmo tempo, mostra-se comprometido com a formação. Assim, a educação é o foco central de sua obra. Na sua visão, a formação é um processo de construção e desconstrução permanente do espírito científico e a formação científica exige consciência de como o conhecimento científico vem sendo constituído, suas origens, processos de criação e inserção em outras áreas de saber. Como consequência disso, por exemplo, a elaboração de conceitos científicos auxilia na formação de indivíduos capazes de agir e intervir na sociedade de maneira consciente e criativa.

O conhecimento sobre o desenvolvimento do conhecimento científico, como podemos perceber, é essencial para a criação do espírito científico e, segundo Bachelard (1996), o pensamento científico está organizado em três grandes etapas históricas: o período pré-científico, que abrange toda Antiguidade Clássica; os séculos XVI, XVII e o início do século XVIII. O período científico, que compreende o século XVIII, todo século XIX, e início do século XX.

A era do novo espírito científico, que inicia em 1905, com a Teoria da Relatividade de Einstein, marca um momento de ruptura com paradigmas intocáveis e inabaláveis. O desenvolvimento da Física Moderna propiciou uma reorganização dos conceitos de matéria, de tempo e de espaço. No entanto, a maior dimensão de mudança está na ruptura das crenças sobre o que é Ciência e como se dá seu desenvolvimento. Foi exatamente aqui que o empirismo e o Método Científico mostraram-se falhos. Einstein valeu-se muito de “experimentos pensados” ou, como ficou cunhado, *gedankenexperiment*, termo em alemão. As redefinições de matéria, de tempo e de espaço jamais teriam sido descritas através do Método Científico. (MELO, 2005)

Ainda sobre os períodos do desenvolvimento científico, Melo (2005) coloca que:

[...] durante o período pré-científico, o objeto era determinante, condicionava a teoria, e o valor da linguagem matemática, quando começou a ocorrer, era fundamentalmente descritivo, o de

proporcionar uma comunicação universal do que havia sido descoberto no experimento. O pensamento científico a partir do século XVI até o início do século XVIII valorizava o utilitarismo, o conceito pragmático dos conhecimentos, sem dar a devida relevância às características microscópicas dos objetos, balizando a prática dos cientistas durante esta etapa histórica. (MELO, 2005, p.12).

Bachelard evidencia que a Matemática, a Física e Química não demonstram apenas um avanço na ciência, mas a instauração de um "novo espírito científico", que parte de novos pressupostos epistemológicos e os exercita numa atividade que é mais do que uma simples descoberta: é, antes, criação. (BACHELARD, 1978).

O novo espírito científico deve vir acompanhado de um ensino que deve ir além da resolução de exercícios sem sentido para a vida cotidiana do aluno:

Bachelard critica de forma contundente a ênfase das ações didáticas no ensino dos conceitos, leis e princípios atuais da ciência, ou seja, salientando somente os resultados. Também parte desse ponto a importância da história e da filosofia da ciência, pois o estudo da gênese e desenvolvimento da ciência desmistifica a imagem finalista e definitiva desse empreendimento. (MELO, 2005, p.48).

Para Lopes (1993, p. 324), Bachelard considera o ato de ensinar como a melhor forma de aprender, porque se verifica assim “a melhor maneira de avaliar a solidez de nossas convicções”. Neste ponto de vista, o processo de ensino-aprendizagem está baseado em uma premissa primordial que é a relação dialógica – professor/aluno – com o saber, na promoção da construção do conhecimento.

O processo de ensino deve estar permeado das práticas de vida cotidiana do indivíduo: “Na construção do perfil epistemológico estão presentes continuidades e rupturas associadas a noções conceituais, concepções metodológicas e hábitos e práticas da vida cotidiana.” (ZANET, 2006, p.59).

O ensino, principalmente o de Ciências, deve ser pautado no espírito científico, sendo observadas várias perspectivas, assim como uma lei não pode ser criada sem vários pontos de vista. (BACHELARD, 1996).

O processo de desenvolvimento da Ciência – assim como seu ensino – no entanto, está permeado de obstáculos que não só causam a estagnação da construção do pensamento científico mas também contribuem para o seu retrocesso.

[...] é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos. (BACHELARD, 1996, p.17).

É considerável que, diante desses tipos de obstáculos, os professores devem ficar atentos ao seu modo de ensinar, já que diante do próprio ato da busca do conhecimento pode levar à estagnação e à presença desses entraves epistemológicos. Sobre esta perspectiva Lopes (1993) elucida:

Não é possível se adquirir nova cultura por incorporação da mesma aos traços remanescentes. Os hábitos intelectuais incrustados no conhecimento não questionado invariavelmente bloqueiam o processo de construção do novo conhecimento, caracterizando-se, portanto, segundo Bachelard, como obstáculos epistemológicos. (LOPES, 1993, p. 325).

A opinião também é considerada por Bachelard como um obstáculo epistemológico. O conhecimento científico deve ser construído a partir de problemas e, para formulá-los, é necessário compreender do assunto para opinar sobre o mesmo.

O espírito científico, desse modo, deve ser aliado para suprir as dificuldades causadas pelos obstáculos epistemológicos:

O espírito científico só se pode construir destruindo o espírito não científico. Muitas vezes o cientista entrega-se a uma pedagogia fracionada enquanto o espírito científico deveria ter em vista uma reforma subjetiva total. Todo o progresso real no pensamento científico necessita de uma conversão. Os progressos do pensamento científico contemporâneo determinaram transformações nos próprios princípios do conhecimento. (BACHELARD, 1978, p.6).

Os obstáculos epistemológicos são característicos do processo de conhecimento. Constituem-se em acomodações ao que já se conhece, podendo ser entendidos como “antirrupturas”. O conhecimento comum seria um obstáculo ao conhecimento científico, pois este é um pensamento abstrato. (GOMES; OLIVEIRA, 2007).

Para que haja esta transformação do conhecimento e transposição dos obstáculos, de acordo com Bachelard, é necessário que ocorra o erro. Sobre este pensamento Lopes (1996) informa:

Bachelard defende que precisamos errar em ciência, pois o conhecimento científico só se constrói pela retificação desses erros. Como seu objetivo não é validar as ciências já prontas, tal qual

pretendem os partidários das correntes epistemológicas lógicas, o erro deixa de ser interpretado como um equívoco, uma anomalia a ser extirpada. Ou seja, com Bachelard, o erro passa a assumir uma função positiva na gênese do saber e a própria questão da verdade se modifica. Não podemos mais nos referir à verdade, instância que se alcança em definitivo, mas apenas às verdades, múltiplas, históricas, pertencentes à esfera da veracidade, da capacidade de gerar credibilidade e confiança. As verdades só adquirem sentido ao fim de uma polêmica, após a retificação dos erros primeiros. (LOPES, 1996, p.252-253).

Para o autor, o ato de conhecer dá-se devido ao reconhecimento de um erro anterior:

O pensamento empírico torna-se claro *depois*, quando o conjunto de argumentos fica estabelecido. Ao retomar um passado cheio de erros, encontra-se a verdade num autêntico arrependimento intelectual. No fundo, o ato de conhecer dá-se *contra* um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização. (BACHELARD, 1996, p.17).

O pensamento empírico coloca o conhecimento frente a uma visão pré-científica, dando-se preferência às imagens e não às ideias. No ensino, pode-se observar que muitos educadores explicam os fenômenos pelas imagens que elas representam, porém, deve-se observar que as primeiras observações são consideradas como o primeiro erro:

A experiência primeira constitui-se nas inferências imediatas, ligada ao natural, concreto, e por resultar de uma atividade pouco pensada, ilustra o pensamento pouco inventivo, pouco ordenado. O real sensível torna-se um terreno definitivo, ao invés de ser concebido como provisório. (MELO, 2005, p. 54).

Sobre a primeira experiência, Bachelard (1996, p.26): “Na formação do espírito científico, o primeiro obstáculo é a experiência primeira, a experiência colocada antes e acima da crítica esta que é, necessariamente, elemento integrante do espírito científico”.

É necessário um ensino próximo da realidade do aluno; o conhecimento deve ser significativo para que possa modificar suas concepções. Bachelard, por exemplo, faz uma crítica ao modo de sistematização de ensino de Física pautado em livros que são reproduções em cima de reproduções de uma realidade não próxima da ótica do aluno.

Os livros de física, que há meio século são cuidadosamente copiados uns dos outros, fornecem aos alunos uma ciência socializada, imóvel,

que, graças à estranha persistência do programa dos exames universitários, chega a passar como *natural*; mas não é; já não é natural. Já não é a ciência da rua e do campo. É *uma* ciência elaborada num mau laboratório, mas que traz assim mesmo a feliz marca desse laboratório. (BACHELARD, 1996, p.30).

Diante de referida problemática, evidencia-se que é necessário o sentimento de evolução, não sendo possível a incorporação de conhecimentos se as concepções anteriores estão enraizadas. As ideias prévias de um conhecimento influenciam muito no aprendizado. Quando se possui uma concepção alternativa sobre determinado assunto é necessário um tempo para que ele se modifique: “É impossível anular, de um só golpe, todos os conhecimentos habituais.” (Bachelard, 1996 p.18).

A indagação, desse modo, é necessária para o desenvolvimento do espírito científico. A reflexão e assim os questionamentos podem ajudar no aprendizado que se pautar no conhecimento científico.

Todo saber deve começar com perguntas, com a busca de uma solução a um problema. Quando não há questionamentos, não há conhecimentos. Entretanto, quando o espírito acostumado e acomodado com as respostas coletadas da infância de suas pesquisas fundamentações às suas indagações, ele pouca coisa pode fazer o cientista que se construía. (MELO, 2005, p.46).

O espírito científico considera que todo conhecimento deve ser fruto de indagações. Um conhecimento não questionado leva a outro obstáculo epistemológico. “A pergunta abstrata e franca se desgasta: a resposta concreta fica.” (BACHELARD, 1996, p.18). Segundo Bachelard (1996), o professor entra para sua prática pedagógica acreditando que ações repetitivas de uma lição podem levar a uma aprendizagem, esquecendo que esses alunos já possuem experiências prévias e que, então, a aula não é para se adquirir novos conhecimentos, mas sim para a modificação dos já existentes.

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 por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: 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, grifo do autor).

Os obstáculos pedagógicos deverão ser rompidos a partir de atitudes que coloquem o aprendizado em constante dinâmica possibilitando a modificação.

Logo, toda cultura científica deve começar, como será longamente explicado, por uma catarse intelectual e afetiva. Resta, então, a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir. (BACHELARD, 1996, p.24).

De acordo com o pensador, é claro que ensinar o mais simples é ensinar apenas o resultado, mas este tipo de ensino não é o científico. Se o conhecimento não for explicado em uma linha racional de produções que levou ao resultado científico, o aluno vai associar o resultado a fatos e imagens dele conhecidas. Como exemplo disso, Bachelard (1996) denota o conceito de massa: em primórdio, massa é entendida de maneira empírica, sendo associada com balança, demonstrando-se uma objetividade instrumental, assim, “o instrumento precede a teoria”. Dessa forma, o conceito de massa parte de uma experiência que se mostra clara e infalível. De forma que, atualmente, com a visão relativista de Einstein a massa passou a ser questionada como algo relativo. Nessa perspectiva, pode-se evidenciar a crítica a um ensino empírico que coloque o instrumento à frente do pensamento. Fazer uma demonstração apenas para associar um fenômeno com sua aplicabilidade não cabe no pensamento do novo espírito científico.

É considerável que conceitos como o de massa primitivo sejam reproduzidos primitivamente, já que desta forma é mais fácil de ser compreendida, assim como afirma Massoni (2011, p.26): “Referindo-se ao emprego do conceito de massa como uma quantidade de matéria, que é fácil de ser compreendido, mas que está associado à forma primitiva desse conceito”.

Exemplos como o conceito de massa primitivo arremetem ao pensamento de que há muito tempo o instrumento vem à frente da teoria. (BACHELARD, 1978).

Notemos, no entanto que se pode evocar um longo período em que o instrumento precede a sua teoria. O mesmo não acontece atualmente, nos domínios verdadeiramente ativos da ciência, em que

a teoria precede o instrumento, de forma que o instrumento de física é uma teoria realizada, concretizada, de essência racional. (BACHELARD, 1978 p.15).

O ensino atual, diante das generalizações – ora causadas pelas transcrições dos livros, ora pela generalização dos fatos científicos – passou a ser enciclopedista assim como afirma Barros e Carvalho (1998):

Tal perspectiva acaba criando um obstáculo para o ensino de Ciências, moldando o comportamento do estudante a uma imagem indutivista da Ciência, baseada em observações e experimentações não sujeitas a idéias apriorísticas, com a desconsideração do papel das hipóteses e teorias, ignorando-se o papel da comunidade científica, os equívocos, as crenças metafísicas, os compromissos epistemológicos, os dilemas éticos, etc. (BARROS; CARVALHO, 1998, p.83).

Sobre o ensino pautado em generalizações e no uso da observação como primórdio, Melo (2005) evidencia:

No meio escolar, os laboratórios de física e química com suas experiências centradas principalmente nas imagens, resultados surpreendentes, cheios de cores, como as reações químicas, os aparelhos Van der Graff, distraem o estudo, afastando o aluno do real objetivo a que esses recursos se propõem: a apreensão de conceitos específicos. (MELO, 2005, p.53).

A Física envolvente, com problemas racionais, com as ideias fantásticas dos cientistas, enfim, uma Física rica em conteúdo científico, perdeu espaço para a física recheada de exercícios que não têm nada a ver com as culturas popular e científica. (ZANET, 2006). E mesmo diante da necessidade de se modificar essa realidade, o professor, muitas vezes, mantém-se estático como critica Bachelard (1996, p.24): "O educador, no entanto, mostra-se um ser estático que dificilmente modifica seu método pedagógico: O educador não tem o *sensu do fracasso* justamente porque se acha um mestre. Quem ensina manda".

A visão dada, até o momento, pelos pensamentos de Bachelard quanto à educação pode nos levar a declarar que é necessário que o ensino possibilite ao aluno a modificação da sua visão diante do conhecimento, sendo crucial na transposição dos obstáculos epistemológicos. Para isso, o educador deve modificar sua visão de ensino, devendo analisar suas práticas e modificar constantemente seus métodos no intuito de aproximar o conteúdo do entendimento de seus alunos.

A educação científica deve ser responsável pela instrução cognitiva tanto dos estudantes que opinarão pela carreira científica quanto daqueles que atuarão na prática docente no ensino de Ciências para que não intervenham em suas ações profissionais entaves e obstáculos que atuarão de forma que os deixem inertes diante do conhecimento. (MELO, 2005).

O processo de ensino é um caminho realmente interpelado de erros, cabe ao sistema educacional apoiar seus professores nessa caminhada, recheada de interferências que devem ser arremetidas à modificação diante do conhecimento científico.

3.3 O método *Peer Instruction* e as Concepções Alternativas

Pelo já descrito neste trabalho o método desenvolvido por Mazur demonstra uma preocupação em transpor as dificuldades dos alunos na interpretação dos conceitos. Apesar de se tratar de um método simples, ele utiliza alguns preceitos epistemológicos defendidos por Popper, Kuhn, Lakatos. Por exemplo, o aluno é levado a confrontar teorias concorrentes para promover a revolução da mudança de paradigmas.

Os métodos de ensino pautados apenas na observação de experimentos – criticados por Popper como solução das concepções dos alunos – ampliam apenas os seus conteúdos já conhecidos. O tempo gasto nas aulas com repetição de conceitos não leva os alunos à construção de um conhecimento científico, mas à reafirmação do senso comum.

As concepções alternativas, como já antes descritas, são modelos compartilhados por alunos tanto da educação básica quanto da universitária, os quais não são aceitos pela comunidade científica. O que ocorre é uma generalização do conhecimento, sendo que no caso dos alunos universitários, tais concepções podem ser repassadas por esses alunos nos ambiente que atuarão como profissionais.

Diante do descrito, podemos perceber que as concepções alternativas, se não identificadas no processo educativo, podem se tornar obstáculos pedagógicos que prejudicam o ensino-aprendizagem.

As pesquisas apontam, apesar de tudo, que as concepções alternativas dos alunos (mesmo em diferentes países) apresentam uma “universalidade”.

Essa interessante constatação induz pesquisadores a acreditar que elas não são frutos da má qualidade do ensino, mas sim, oriundas do processo cognitivo do aluno e podem ser explicadas pela teoria de Piaget. Segundo Piekarz et al. (2003, p.542), “os alunos constroem o conhecimento através de interações com o mundo real antes mesmo de terem contato com o ensino escolar”.

A universalidade descrita foi exemplificada por Villani (1989), que cita como exemplo a padronização de respostas que podem ser encontradas por professores ao corrigir suas provas. Como exemplo, podemos citar que os alunos associam o movimento (mesmo uniforme) com a presença de uma força resultante. E ainda acreditam que quanto maior a velocidade do móvel, maior a força impressa sobre ele. Curiosamente, resultados apontam que estes mesmos alunos são capazes de “aprender” as leis de Newton, enunciando-as ou empregando-as em exercícios de fixação sem que suas concepções sobre velocidade e força sejam alteradas.

É digno de nota que enunciemos as leis de Newton:

1- Para um dado referencial inercial, todo corpo permanece em repouso ou movimento retilíneo uniforme se as forças que atuam sobre ele se anularem entre si.

2- A força resultante que atua sobre um móvel, provoca sobre ele uma aceleração.

3- Para toda ação existe uma reação de mesmo módulo, mesma direção, porém, sentido contrário. Ressalta-se que o par ação-reação atuam em corpos distintos.

Como podemos observar da primeira e segunda lei, se a velocidade do móvel for constante, não há forças resultantes atuando sobre ele, já que a presença dessas forças promoveria uma aceleração positiva ou negativa, ou seja, uma variação crescente ou decrescente da sua velocidade, respectivamente. Para a completa compreensão dos conceitos da Física, o aluno deve ser conduzido a uma análise mais profunda dos fenômenos observados no seu cotidiano, de forma a ser capaz de diferenciar a observação ordinária com fenômenos e observações descritas por um conjunto de argumentos ou leis físicas que se auto sustentem na explicação de mais fenômenos. As leis de Newton também estão em acordo com as observações da dinâmica do sistema solar. Ou seja, um conjunto de leis que descrevem o

movimento de corpos macroscópicos sobre a superfície da Terra com velocidades até, no máximo, 10% da velocidade da luz também descrevem as órbitas planetárias.

Como existe uma universalidade das concepções apresentadas pelos alunos, os estudos que utilizam o método *Peer Instruction* podem auxiliar no levantamento das concepções alternativas. Assim, em um dos seus levantamentos Mazur comparou o desempenho dos seus alunos em dois tipos de exercícios sobre circuitos elétricos: um básico, circuito mostrado na Figura 3(a) e outro circuito mais complexo, demonstrado na Figura 3(b). (ROBERTO, 2009).

Os alunos, de acordo com Roberto (2009), apresentaram um desempenho melhor na resolução do segundo circuito, aparentemente mais difícil.

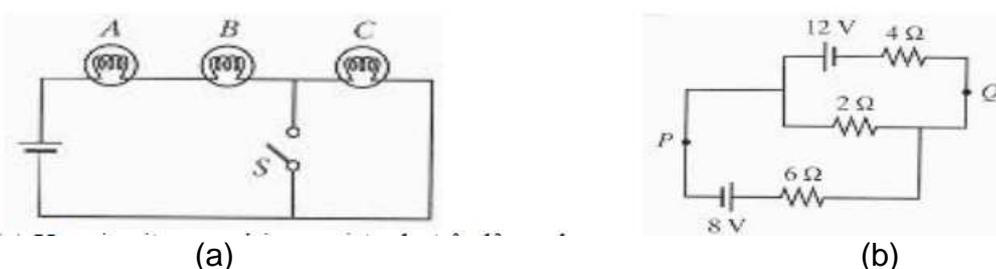


Figura 3 - Circuitos elétricos (a) considerado mais simples e (b) considerado mais complexo pelo professor.

Fonte: Roberto, 2009

Mazur ainda observou que muitas concepções alternativas permeavam os pensamentos dos alunos em relação ao primeiro circuito, 40% dos alunos acreditavam que se a chave S fosse fechada, a corrente no circuito não se alteraria e essa concepção (não verdadeira) tornava a resolução do segundo circuito mais sucedida. Mazur concluiu que os alunos preferem a memorização de fórmulas à compreensão dos conceitos, sendo necessário que o professor ao se deparar com alunos que apresentam concepções alternativas, crie oportunidades para a compreensão de conceitos básicos.

Questões cuidadosamente escolhidas fornecem aos alunos a oportunidade para descobrirem e retificarem seus erros e, no decorrer do processo, proporcionam aprendizagem de conceitos relevantes por meio de discussões entre colegas. Na medida do possível, os grupos devem ser organizados de modo que reúnam alunos que optam por diferentes alternativas conceituais. Nesse momento, há um processo de interação e convencimento entre os alunos, os que

apresentam argumentos mais plausíveis encorajam os demais a substituir suas respostas. (MULLER, 2013, p.19).

No processo de mudança conceitual o professor é fundamental, devendo ser o mediador que confronta as ideias de seus alunos com o contexto científico: “Neste papel, o professor confronta os estudantes com o problema surgido a partir de suas tentativas para assimilar novas concepções.” (POSNER, 1982, p. 227).

Diante do descrito, podemos defender que o método PI possibilita a mediação do professor em um processo reflexivo, onde ele monitora e direciona seus alunos às discussões que possibilitarão a mudança conceitual.

O método *Peer Instruction* mostra-se diante de tudo, não apenas como um instrumento de levantamento das concepções alternativas mas também como um meio de discussões que permitem aos alunos transpô-las, tornando o ensino reflexivo e assim, produtivo.

4. INTERFERÊNCIAS SOCIAIS E POLÍTICAS NAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS.

O processo ensino-aprendizagem é o resultado complexo de eventos políticos, sociais, culturais, históricos e cognitivos. Ou seja, envolve todas as áreas sociais num processo inter-relacional.

Atualmente, no Brasil, aprender Ciência significa compreender os fenômenos naturais do cotidiano, interpretando-os adequadamente. A isso é dado o nome de aprendizagem significativa, obtida por teorias pedagógicas do “aprender a aprender” que fazem parte das teorias construtivas.

Apesar de existirem algumas críticas com relação às teorias mencionadas e seus métodos, a maioria dos professores de Ciências acredita que são as mais adequadas. Essa crença está relacionada ao que se acredita ser a definição de ensinar ciência. Dessa maneira, para se transpor tal problemática é necessário compreender-se que o ensino não deve estar dissociado do conhecimento científico.

Aprender ciências envolve um processo de socialização das práticas da comunidade científica e de suas formas particulares de pensar e de ver o mundo, em última análise, um processo de "enculturação". Sem as representações simbólicas próprias da cultura científica, o estudante muitas vezes se mostra incapaz de perceber, nos fenômenos, aquilo que o professor deseja que ele perceba. (MORTIMER, 1996, p.24).

A disciplina de Ciências tem como objeto de estudo o conhecimento científico que resulta da investigação da *Natureza*. Do ponto de vista científico, entende-se por natureza o conjunto de elementos integrados que constitui o Universo em toda a sua complexidade. (PARANÁ, 2008, p.40).

Nesse contexto, observa-se que a Ciência é representada, essencialmente, pelos fenômenos naturais do cotidiano, que devem ser utilizados para questionar o mundo que nos rodeia. Por outro lado, espera-se que a adequada interpretação dos fenômenos leve os alunos à compreensão dos fundamentos da tecnologia. Ou seja, a adequada interpretação científica do fenômeno capacitaria o aluno a compreender suas aplicações.

Segundo Pereira (2009), os pesquisadores Valadares e Moreira denotam a real necessidade de articular-se a Física que se aplica na escola à Física real vivida socialmente pelo aluno. Essa disciplina é crucial para o

entendimento do mundo contemporâneo, bem como a sua contribuição para a formação do cidadão consciente, participativo e modificador da realidade, acentua a necessidade de conteúdos físicos básicos na escola de Nível Médio.

Para Alarcão (2011), vivemos em uma época em que a informação é rápida e contempla a grande maioria dos alunos. Dessa maneira, podemos considerar que o ensino de Ciências tem que priorizar a necessidade de desenvolver a autonomia dos alunos para que busquem as ideias relacionadas ao conhecimento e que saibam selecionar as informações apresentadas a ele.

No âmbito do ensino de Física, o processo de ensino-aprendizagem deve ter início na prática sócio-histórica do aluno para que, partindo do seu senso comum, possamos levá-lo ao conhecimento científico dos fenômenos da natureza, ou ainda, por estímulos vindos da instituição de ensino, responsável pela formação do futuro professor. Assim, a graduação se mostra como a disseminadora da prática em busca do conhecimento e deve estimular, motivar e propiciar aprendizagens que os formem como homem social, rompendo com o tradicionalismo, vistas as dificuldades encontradas em lecionar a disciplina de Física.

O aprendizado deve ser significativo na atuação do indivíduo como ser social, aproximando-o do trabalho, fornecendo meios para a integração entre a apropriação e interpretação dos conceitos aprendidos na sala de aula e o que se aplica na sua prática social.

A apropriação do conhecimento, primando pela interação social e o desenvolvimento humano – que depende da sua vivência cultural com outros indivíduos – são aplicáveis nas escolas de maneira que possibilitem o desenvolvimento do educando. (ROSA, 2005).

O ensino é uma incursão do já conhecido, é a passagem do conhecimento histórico acumulado pela humanidade. Assim, a pedagogia histórico-crítica encara a atividade educativa como um processo de humanização do ser (PASQUALINI; MAZZEU, 2008). Dessa maneira, entendemos que é crucial a apropriação do conhecimento científico em um processo de síntese, articulando-se a universalidade científica com a realidade sócio-histórica da comunidade escolar.

Para a pedagogia histórico-crítica, é necessário que o professor supere a prática fragmentada baseada no senso comum, desarticulada e simplista,

para uma compreensão coerente. Dessa maneira, o conhecimento científico é um importante instrumento de desenvolvimento das ações educativas.

No estado do Paraná, a pedagogia oficialmente adotada é a pedagogia histórico cultural, cujos princípios se opõem às teorias neoliberais das pedagogias construtivistas. Apesar de essa pedagogia também negar a educação tradicional, como as construtivistas, ela se posiciona contrária ao relativismo. De acordo com Saviani, as teorias construtivistas apresentam o relativismo do conteúdo que deve priorizar o conhecimento para resolver problemas cotidianos, dando sentido à aprendizagem dita significativa. Para Saviani, não é preciso reinventar a Ciência: ela deve ser embasada na construção da humanidade. Na verdade, o homem está sob a influência da história da humanidade. É claro também que ninguém, ao ensinar um fato acontecido na história da humanidade, vai fazer com que o aluno viva naquela época, reproduzindo seu pensar e agir como se esse saber fosse estático. (SAVIANI, 2007).

O ensino deve, sim, compreender a história envolvida no processo de desenvolvimento do conhecimento. No caso do ensino de Ciências, as teorias concorrentes entre os cientistas contribuíram de maneira significativa para o crescimento e aperfeiçoamento do mundo em que vivemos.

Em relação ao pensamento de Saviani (2007), deve ficar firmado que, no entanto, o conhecimento pode sofrer uma transformação e isso depende de como ocorre a prática social em que o homem mostra-se humano.

O ensino reflexivo afasta-se do Empirismo, onde se admite que a Ciência seja provada pela experiência, tendo uma compreensão da história a partir do desenvolvimento material do homem. No entanto, esbarramo-nos com o ensino tradicional que se instalou no Brasil, desde o seu descobrimento, com a catequese jesuítica.

Apesar das diversas transformações ocorridas no âmbito educacional dessa época até o momento, ainda se encontram resquícios da educação tradicional no modo como são conduzidas as aulas de Física, por exemplo. A educação concreta encara o aluno em sua totalidade, sendo esta uma síntese de sua relação social. Em contrapartida com a educação tradicional, o aluno é visto como algo abstrato, onde a genética e suas disposições internas delimitam o ser. (SAVIANI, 2012).

O conhecimento científico adquirido na comunidade escolar deve ser utilizado como instrumento de modificação do ser humano. Assim, o ensino-aprendizagem que analise a realidade do aluno para o processo de problematização e instrumentalização do ensino, tem como resultado uma síntese concreta do conhecimento científico, que o ajuda em sua prática social.

O conhecimento científico apropriado na escola tem que ter o papel fundamental de politizar seus alunos, torná-los reflexivos. Assim, para que a aprendizagem seja efetiva e significativa para o educando, este deve visualizar em suas necessidades como ser humano o real estímulo para aprender.

É indispensável que a escola procure interligar o conhecimento científico na apropriação do conhecimento e na transformação da cultura primeira destacada no aluno em saber científico para que o processo de ensino-aprendizagem não seja mera reprodução de conteúdos sem significados.

Para que o ensino assim, como já discutido, supra a necessidade da prática social dos alunos, são indispensáveis mudanças no pensamento e no planejamento educacional. Observa-se, no entanto, uma tendência nas escolas e no homem atual de naturalizar os acontecimentos, suscitando em uma paralisação das ações que busquem a melhoria do ensino.

É essencial dessa maneira, analisarmos a situação presente e entendermos que esses acontecimentos não foram sempre como se configuram, sendo crucial analisarmos o processo que a sociedade sofreu até o momento e suas implicações nas práticas educacionais.

4.1 O ensino de Ciências no Brasil

O que pode se perceber quando se analisa a história da educação no Brasil é que a nação sofreu com jogos políticos devido à influência das condições externas.

O ensino de Ciências no país foi introduzido na Década de 50, como condição de desenvolvimento tecnológico. O cunho social do Ensino de Ciências deu-se devido à Revolução Industrial. Esse processo reconheceu a tecnologia como fundamento da economia, o que levou à admissão do ensino de Ciências desenvolvidas em áreas como Física e Química. (FOLMER, 2007)

Após a 2ª Guerra Mundial, o ensino refletiu a situação Ocidental pós-guerra. A busca pela industrialização e o desenvolvimento tecnológico, influenciaram o currículo de Ciências. As escolas foram equipadas com laboratórios e o ensino foi pautado no desenvolvimento científico do aluno. (FOLMER, 2007).

No período compreendido pela guerra fria, os Estados Unidos da América buscavam a hegemonia e o ensino das Ciências foi pautado em projetos: Physical Science Study Committee (PSSC) para o Ensino de Física; Biological Science Curriculum Study (BSCS) para o ensino de Biologia; Chemical Bond Approach (CBA) para o ensino de Química e Science Mathematics Study Group (SMSG) para o ensino de Matemática. Nesse período, o desenvolvimento da Ciência rogou ao ensino – principalmente o de Física – o objetivo de inserir os jovens na “carreira científica.” (ROSA; ROSA, 2012).

O objetivo do ensino de Ciências diante desses projetos era desenvolver a racionalidade, a capacidade de fazer observações controladas, preparar e analisar estatísticas, respeitar a exigência de replicabilidade dos experimentos. E isso significa um ensino pautado no desenvolvimento científico do aluno. No período 1950-70, prevaleceu a ideia da existência de uma sequência fixa e básica de comportamentos, o que caracterizaria o “método científico” na identificação de problemas, elaboração de hipóteses e verificação experimental dessas hipóteses, permitindo chegar a uma conclusão e levantar novas questões. (FOLMER, 2007).

No Brasil, o novo cenário levou a mudanças significativas no currículo de Ciências, considerando a formação do trabalhador como peça fundamental para o desenvolvimento científico-tecnológico. (FOLMER, 2007).

As políticas científicas e tecnológicas, devido à necessidade de formação de mão de obra para as indústrias, passaram por um processo de institucionalização, tendendo para o progresso do país. De acordo com Nascimento et al., (2010):

Um aspecto marcante desse período foi a maneira mecanicista de analisar as interferências da ciência e da tecnologia sobre a sociedade, que deixava de considerar os interesses e hábitos de diferentes atores sociais em suas múltiplas relações, constituindo

uma debilidade importante do pensamento dessa época. (NASCIMENTO et al., 2010, p.226).

Apesar dos direcionamentos tomados no período pós-guerra quanto ao ensino no Brasil, a ideia da implementação do ensino de Ciências no país iniciou-se antes do término da Segunda Guerra Mundial, tendo como defensor de acordo com a Literatura, Rui Barbosa, que se declarava favorável à obrigatoriedade deste ensino desde o jardim da infância. Mesmo com a defesa de Rui Barbosa pela obrigatoriedade do ensino de Ciências, ele ocorreu de maneira não obrigatória a partir de meados da década de 20. (ROSA; ROSA, 2012).

A Lei nº. 4024, de Diretrizes e Bases da Educação, de 21 de dezembro de 1961, ampliou a participação das Ciências no currículo escolar, passando das últimas séries do antigo curso ginasial para todas as séries. Naquela época, o cenário era dominado pelo ensino tradicional. Aos professores cabia transmitir os conhecimentos históricos acumulados pela humanidade de maneira expositiva. Aos alunos cabia ouvir e memorizar. (BRASIL, 1998).

As propostas de renovação foram influenciadas pela Escola Nova. Assim, as atividades práticas passaram a representar um importante elemento para a compreensão dos conceitos. Assim, a preocupação em desenvolver práticas experimentais foi acentuada nos projetos de ensino e nos cursos de formação de professores.

O objetivo fundamental do ensino de Ciências Naturais passou a ser das condições do aluno vivenciar o que se denominava método científico, ou seja, a partir de observações, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando fosse o caso, trabalhando de forma a redescobrir conhecimentos. (BRASIL, 1998, p.19).

O método da redescoberta buscava fazer os caminhos seguidos pelos cientistas e acompanhou por muito tempo o ensino de Ciências, levando muitos professores a terem a metodologia científica como única metodologia adequada para o ensino de Ciências.

A ditadura militar em 1964 mudou o cenário político do país e também o papel social esperado da escola. No contexto da “Teoria do Capital”, que se expande no Brasil em fins dos anos 60 e início dos anos 70, verifica-se a interferência mais direta dos EUA na política educacional brasileira. A escola deixou de priorizar a cidadania, considerando agora o desenvolvimento

econômico, provocando a fragmentação do conteúdo científico na busca de benefícios na formação do trabalhador. (KRASILCHIK, 2000).

As ideias que defendiam uma educação básica foram, naquele período, precursoras da proposta de educação para adultos, conhecida como “método Paulo Freire”. A educação para adultos torna-se instrumento de democratização do ensino, buscando o desenvolvimento da cidadania. (SANTOS et al., 2005).

Os anos de 1970 foram marcados pelo privilégio da Ciência pura, praticamente não ocorrendo alusão às tecnologias produzidas baseadas em conhecimentos científicos. A quietude sobre a imposição de padrões tecnológicos estrangeiros ao Brasil nesse período ocorreu devido à defesa de certos programas de transferência tecnológica (MACEDO, 2004). Iniciaram-se nesta época, no país, os primeiros cursos de pós-graduação em ensino de Física. (ROSA; ROSA, 2012).

As necessidades geradas pelo desenvolvimento tecnológico no país levaram o ensino de Ciências a visar além da formação de cientistas, incorporando novos objetivos, como “permitir a vivência do método científico como necessário à formação do cidadão, buscando elaborar um currículo de Ciências que pudesse integrar, Tecnologia e Sociedade (CTS)” (FOLMER, 2007, p.04).

A formação passa daí em diante a pensar em democratização do ensino na tentativa de levar o homem comum a conviver com a Ciência e Tecnologia, requerendo-se conhecimento – o que ajudaria na formação cidadã.

As pesquisas de Ciências naquela época levaram a revelações que muitos professores já haviam percebido: “A experimentação sem atitude investigativa mais ampla não garante aprendizagem dos conhecimentos científicos.” (BRASIL, 1998, p.20).

O ato de apenas replicar o que aconteceu no desenvolvimento científico pelos cientistas não leva à aprendizagem: o aluno deve entender e compreender a história da Ciência, não vivenciá-la ou reproduzi-la. O experimento por si só não ensina; as reflexões e opiniões diante dos resultados, sim, formam um aluno possuidor do conceito a ponto de sabê-lo e aplicá-lo.

A construção do conhecimento pelo aluno torna-se centralidade nos métodos de ensino na década de 80 e nos anos seguintes. Os métodos de progressistas da época tinham como interesse garantir a todos o acesso ao conhecimento. Exigido pelo novo modelo social, o direito à educação básica foi estendido aos outros níveis, assegurado pela Constituição Federal de 1988. (FOLMER, 2007).

A partir dos anos 90, a necessidade de articulação entre a Tecnologia, a Ciência e a Sociedade cresceram, surgindo discussões em torno do ensino como a Interdisciplinaridade que é fundamental para integrar as disciplinas ao processo de ensino- aprendizagem. (BRASIL, 1998).

Nas décadas posteriores à de 80 o Estado passou a diminuir suas funções reguladoras e produtivas e abriu a economia ao comércio e à competitividade internacionais. Naquele período, a globalização da economia e a homogeneização dos critérios de competitividade passaram a influenciar fortemente a produção científica e tecnológica brasileira, segundo princípios neoliberais.

Diante da influência crescente da racionalidade utilitária e da corrente de inovação imposta pelo capital internacional, a escolha de temas e métodos de pesquisa e as oportunidades para sua realização passaram a ser definidas principalmente por grupos que detinham interesses variados, afetando não apenas a pesquisa aplicada, mas fundamentalmente a pesquisa básica. A atividade científica realizada no âmbito das universidades reencontrou seu discurso legitimador, principalmente devido à importância crescente da pesquisa básica para o desenvolvimento de novas tecnologias e aos avanços nos processos de inovação industrial. (NASCIMENTO et al., 2010).

No momento atual educacional, entende-se que a Ciência se materializa em tecnologia e que esta última traz consigo a ideia de desenvolvimento do país. No entanto, o conceito de desenvolvimento que acompanhou e vem acompanhando o progresso da Ciência e da Tecnologia no Brasil tem sido pautado pela ideia de crescimento econômico associado a uma maior produtividade e ao aumento do consumo pelos cidadãos. (MACEDO, 2004).

De acordo com Rosa e Rosa (2012), o ensino pós Lei de Diretrizes e Bases é baseado nas correntes teóricas de Piaget e Vygotsky, apresentando inovações estruturais como aprimoramento do Ensino Médio, como

consolidação do ensino fundamental, a preparação para o trabalho e o exercício da cidadania, primando pela autonomia pela compreensão dos conceitos científico-tecnológicos, correlacionando teoria e prática.

Dados estatísticos em relação ao índice de analfabetismo funcional da população, que saíram nos últimos anos, assustam a todos. Os nossos alunos saem da escola sem saber interpretar e aplicar o que aprenderam. O ensino empirista instalado no país durante o processo de institucionalização da educação básica compromete o aprendizado dos alunos e, até mesmo, dos futuros professores que estão sendo formados pelas Universidades, os quais possuem uma carência conceitual de conteúdo específico e didático.

O esvaziamento dos currículos das Instituições que formam futuros professores bem como a expropriação do conhecimento sofrida pelos profissionais da educação demonstram que é importante discutir a formação de professores no país e a significativa fragmentação de conteúdo que vem ocorrendo no ensino brasileiro consequência da instalação de execução de um sistema excludente e politizado, que são assuntos do próximo tópico.

4.2 Em defesa do conteúdo

Ao analisarmos o processo de ensino no país, podemos perceber um esvaziamento do conhecimento científico, conhecimento que é essencial em qualquer nível de ensino para que ele ocorra efetivamente.

No processo de ensino-aprendizagem existe uma relação professor-aluno e o primeiro deve ter condições de estabelecer uma mediação entre o conteúdo e seu alunado.

Para entender o motivo da expropriação do conhecimento sofrida pelos professores é necessário analisar o desenvolvimento da sociedade capitalista, que durante o processo de desenvolvimento de seu sistema centralizou o conhecimento, destituindo o saber do povo.

Tendo a educação como fonte de aprendizagem, para que se compreenda na atualidade é necessário analisar as formas históricas. Na antiguidade, o homem aprendia com o próprio trabalho. [...] “o homem não nasce homem. Ele se forma homem.” (SAVIANI 2007, p.03). O homem necessita aprender a ser homem e isto é um processo educativo. Na época

descrita por Saviani (2007), a apropriação dos meios de produção era coletiva, educando nesse processo todas as gerações.

O desenvolvimento da produção, no entanto, conduziu à divisão do trabalho; a apropriação privada da terra gerou a divisão em classes, nascendo assim as desigualdades.

O modo de produção capitalista provocará decisivas mudanças na própria educação profissional e colocará em posição central o protagonismo do Estado, forjando a ideia de escola pública, universal, gratuita, leiga e obrigatória, cujas tentativas de realização passarão pelas mais diversas vicissitudes. (SAVIANI, 2007, p.6).

O sistema de produção desenvolvido pelo processo industrial possibilitou o acúmulo de capital e de meios de produção nas mãos de uma minoria, causando, deste modo, a fragmentação do conhecimento fabril e, conseqüentemente, o escolar. O desenvolvimento da grande indústria gerou, assim, analfabetos destituídos de um saber que até o momento pertencia à humanidade. O ato de utilizar o saber para gerar fortunas levou o homem à escravidão e, atualmente, a se colocar como própria mercadoria.

Sobre a instalação do capitalismo e as suas conseqüências, Frigotto (2001) coloca:

Tanto a propriedade quanto o trabalho, a ciência e a tecnologia, sob o capitalismo, deixam de ter centralidade como valores de uso, resposta a necessidades vitais de todos os seres humanos. Sua centralidade fundamental se transforma em valor de troca, com o fim de gerar mais lucro ou mais capital. A distinção do trabalho e da propriedade e tecnologia como valores de uso e de troca é fundamental para entendermos os desafios que se apresentam à humanidade nos dias atuais. (FRIGOTTO, 2001, p.75).

Além da não utilização dos meios para a qualidade de vida – mas sim para o enriquecimento de minorias –, o crescimento das indústrias e a instalação do capitalismo com o aparecimento da linha de montagem na indústria automobilística, criada por Henry Ford, contribuem para a desqualificação da mão de obra. Para Ford, até mesmo o mais estúpido poderia realizar trabalhos em sua linha de produção. (SANTOMÉ, 1998). Durante a história, ocorreu o desenvolvimento do processo de produção artesanal para o manufaturado, ocorrido pela necessidade de aumentar a produção e nessa transição ocorreu a divisão de trabalho. No entanto, o homem ainda tinha seu conhecimento valorizado nesse espaço, já que a

manufatura é uma atuação artesanal decomposta mas que ainda depende da força do trabalhador.

A utilização da máquina, porém, supriu a deficiência orgânica humana: a máquina não dorme, não come, não fica doente. Se a manufatura já tinha reduzido o contingente humano nas produções e dividido suas funções, a máquina veio para substituir o humano. “O homem passa de condição de controlador para aquele que é controlado.” (SOUZA, 2011, p.43).

O capitalismo levou o artesão, que já tinha sido cercado por paredes e separado do seu saber, a ser escravo de um sistema que não mais o valoriza, tendo seu conhecimento expropriado e dominado por uma minoria. Segundo Souza (2011):

Uma vez fragmentados os gestos dos trabalhadores e compelidos seus conhecimentos abolia-se ao máximo o trabalho intelectual da oficina, deixando-a a grande maioria dos operários apenas as funções simplificadas. Este segundo princípio caracterizado pela separação entre trabalho matéria e intelectual, evidencia a essência da administração científica. (SOUZA, 2011, p.50).

Se no artesanato existia uma subjetividade quanto ao trabalho, onde os instrumentos de trabalho eram dispostos em favor do trabalhador, na produção fabril ocorre uma inversão dessa relação, o trabalhador passa a ter que se adaptar ao processo de produção, adequando-se a um procedimento de montagem e executando uma parcela do trabalho. (SAVIANI, 2012).

Nesse contexto de sistema fabril, pode-se destacar a administração científica defendida por Taylor, a qual substitui o conhecimento empírico pelo científico, tendo como princípio o aumento da produção devido à divisão de trabalho. No entanto, essa divisão de trabalho possui suas consequências e, de acordo com Smith (1988, p.19), “Em consequência da divisão de trabalho, toda atenção de uma pessoa é naturalmente dirigida para um único objeto muito simples”.

A necessidade de aumentar sua produção levou Taylor a aprimorar os ideais capitalistas para produzir intensamente, empenhando-se em fragmentar o trabalho cada vez mais, tendo-se a preocupação de cronometrar todo o processo. Em seu livro *Princípios da Administração Científica*, coloca como um dos objetivos de seu método: “Dividir o trabalho de quase iguais processos

entre direção e os trabalhadores, devendo cada departamento atuar sobre aqueles trabalhos para quais estivesse mais preparado” (TAYLOR, 1990 p.17).

Taylor ainda colocava que o objetivo de uma boa administração é a prosperidade do patrão, levando o empregado pensar que o máximo de glória do patrão é também o seu e que os cargos eram distribuídos de acordo com os perfis dos trabalhadores. Sobre isso, Taylor (1990) escreve:

Em fase da seleção científica do trabalhador, dos 75 carregadores de barra, apenas oito eram fisicamente capaz de carregar 47 ½ toneladas por dia. [...] Ora, o único homem entre oito, capaz de fazer o trabalho, não tinha em nenhum sentido característica de superioridade sobre os outros. Era apenas um tipo bovino. (TAYLOR, 1990, p.54).

Fica evidente no método de Taylor que eram separados os que mandavam e os que cumpriam ordens. O desenvolvimento do intelecto do trabalhador deveria ocorrer de acordo com sua função. Para ele, um tipo de homem era feito para planejar e outro para executar. (TAYLOR, 1990).

Em relação à fragmentação do trabalho, bem como à captura da subjetividade do trabalho, Friedmann (1972) coloca:

O melhor rendimento pode ser obtido transferindo-o de uma tarefa parcelada para outra ou praticando sistematicamente o rodízio das tarefas [...] os efeitos da fragmentação das tarefas, em particular o conjunto de atitudes designadas sob o nome de tédio, podem ser atenuados quando se substitui a uniformidade por uma certa variedade [...] Investigações metódicas foram efetuadas, transformações introduzidas nas oficinas para suavizar os perigos físicos e mentais da fragmentação das tarefas, meios tais com o pausas, educação física, organização de grupos competitivos, difusão de “música funcional”, e até mesmo a distribuição de “receptores individuais” que permitem aos operários ouvir conferências, reportagens, e mobilizam seu espírito, enquanto continuam atuando neles os automatismos psicomotores. (FRIEDMANN, 1972, p. 61; 63).

Para Taylor (1990), os gerentes tinham obstáculos mas deveriam superá-los e ainda mais expropriar o conhecimento dos trabalhadores e tomá-los para si. Essa expropriação do conhecimento dos trabalhadores, segundo Braverman (1987), em princípio é onde se dissocia o trabalho das especificidades dos trabalhadores, recolhendo o conhecimento tradicional do trabalhador e colocando-o em normas e fórmulas. O conhecimento, uma vez fragmentado e absorvido pelo gestor, torna cada vez mais simplificado o serviço do trabalhador.

Uma vez que haja o monopólio do conhecimento, o gerente passa a utilizá-lo para controlar cada passo da produção. (BRAVERMAN, 1987). Um gestor antes até mesmo destituído do saber passa a ser detentor de toda a intelectualidade dos trabalhadores.

De acordo com Souza (2011), apesar dos esforços para o esvaziamento do conhecimento do trabalhador, os sindicatos ainda se mantinham fortes na luta contra as máquinas. “Era preciso por seguinte, adaptar o trabalhador ao novo padrão de vida, inculcar-lhes novos valores, fazê-los consumistas a fim de contribuir com a reprodução do sistema” (SOUZA, 2011, p.52).

Pensando nisso, Ford reduziu o tempo de serviço para oito horas e aumentou as recompensas de seus trabalhadores. No entanto, tanto Ford como Taylor defendiam a não camaradagem entre os trabalhadores, a indústria é um lugar onde só se deve trabalhar. Sobre isso, Ford (1964, p. 73) escreve: “[...] quando trabalhamos devemos trabalhar; quando nos divertimos devemos nos divertir”. Ainda, Ford (1964 p.74) descreve em seu livro sobre o esvaziamento do conhecimento: “É de notar ainda que reduzimos a grau ínfimo a habilidade necessária para vários mistérios”.

As consequências da expropriação de conhecimento dos trabalhadores por máquinas deixam de lado a figura do trabalhador nas tomadas de decisões. Observa-se que tarefas que antes necessitavam de certas qualificações dividiram e se subdividiram em tarefas simples. As filosofias taylorista e fordista criaram o sistema de hierarquias piramidais, onde o máximo de poder se encontrava no ápice e à medida que se tende às bases aumenta o contingente de pessoas sem possibilidades de crescimento. (SANTOMÉ, 1998).

Com o passar das décadas, os sistemas fordista-taylorista não mais correspondiam às perspectivas do mercado e, na década de 80, observa-se o desenvolvimento de diversos métodos, entre eles podemos destacar o Toyotismo.

Sobre esses processos, Antunes (1997, p.16) discorre: “Novos processos de trabalho emergem onde o cronômetro e a produção em série e de massa são substituídos pela flexibilização da produção, pela ‘especialização flexível’, por novos padrões de busca de produtividade, por novas formas de adequação do produto à lógica do mercado”.

A produção em massa, entre outros objetivos do fordismo divergia das novas necessidades. “A forma de trabalho fragmentada, monótona, e repetitiva começava a ser contestada.” (SOUZA, 2011, p.60). Diante da necessidade de mudança surge a ideologia toyotista adequando-se às novas necessidades do sistema capitalista, sendo considerado um novo sistema de reestruturação capitalista na captura da subjetividade do trabalho pelo capital (ALVES, 1999).

Coriat, citado por Antunes (1997), fala dos passos que levaram o toyotismo ao advento:

Primeira: a introdução, na indústria automobilística japonesa, da experiência no ramo têxtil, dada especialmente pela necessidade de o trabalhador operar simultaneamente com várias máquinas. Segunda: a necessidade de a empresa responder à crise financeira, aumentando a produção sem aumentar o número de trabalhadores. Terceira: a importação das técnicas de gestão de supermercados dos EUA, que deram origem ao *Kaban*. (ANTUNES, 1997, p.23).

Segundo os ideais de Toyoda, fundador da Toyota, deve-se apenas produzir o necessário, em tempo reduzido, baseando-se nos supermercados onde só se repõe o produto depois de vendido. Esses pensamentos foram denominados de *Kaban*, que já existia desde 1962.

Para atender às exigências mais individualizadas de mercado, no melhor tempo e com melhor “qualidade”, é preciso que a produção a sustente num processo produtivo flexível, que permite um operário operar várias máquinas, rompendo-se com a relação um homem/uma máquina que fundamenta o fordismo (ANTUNES, 1997, p.26). Com esse novo modelo passa a se dar importância ao “trabalho em equipe”, além disso, eliminaram-se os recursos abundantes, para isso desenvolveu-se estratégias para fabricação e vendas rápidas “just-in-time”, assim como os “círculos de qualidade”, onde se expõem as ideias dos trabalhadores, e o ideal de qualidade total. “Segundo o próprio Taichi Ohno,” o sistema Toyota originou-se na necessidade particular do Japão de produzir pequenas quantidades de muitos modelos de produtos. (SANTOMÉ, 1998, p.17).

Diante das análises feitas, podemos considerar que as atividades desenvolvidas no sistema capitalista causam a generalização do modo de trabalho; assim, o professor foi expropriado do conhecimento crucial para sua atividade.

Quando se ouve nas escolas ou se lê nos próprios documentos que regem a educação brasileira que se deve trabalhar coletivamente, que o conteúdo deve ser flexível, entre outros, não se vê além do que uma mera

reprodução do sistema capitalista inserido na educação como forma de domínio de massa popular.

Os novos modelos de produção industrial, sua dependência das mudanças de ritmo nas modas e necessidades preferidas pelos consumidores e consumidoras, as estratégias de competitividade e melhora da qualidade nas empresas, exigem das instituições escolares compromissos para formarem pessoas com conhecimentos, destrezas, procedimentos e valores de acordo com essa filosofia econômica. (SANTOMÉ, 1998, p.20).

Ao se analisar o projeto defendido por Marx de sociedade – onde se expressa que é inevitável à carência de mudança no que tange a desigualdade entre as classes –, pode-se citar as mudanças no sistema educacional.

A educação foi inserida no mercado de trabalho competitivo, tornando-a uma mercadoria; o ato educacional passou a ser utilizado para uma hegemonia neoliberal. (DUARTE, 2008).

Desde a sua criação, a escola sempre serviu para os interesses da classe burguesa, reproduzindo o capitalismo como apelo social. Sendo assim, deve-se valorizar uma educação crítica, que prima pela figura do professor, que luta contra o esvaziamento do conhecimento.

O sistema educacional, porém, possui sua organização atendendo às necessidades da burguesia: “O direito de todos à educação decorria do tipo de sociedade correspondente aos interesses da nova classe que se consolidara no poder: a burguesia. Tratava-se, pois, de construir uma sociedade democrática, de consolidar a democracia burguesa”. (SAVIANI, 2012, p.05).

Quando se recordam os sistemas educacionais brasileiros, pode se citar o pensamento pedagógico tecnicista que veio para melhorar a eficiência instrumental dos trabalhadores do país. Sobre o ensino tecnicista, Saviani (2012 p.11) coloca: “[...] eficiência e produtividade, essa pedagogia advoga a reordenação do processo educativo de maneira em torná-lo objetivo e operacional. De modo semelhante ao que ocorreu no trabalho fabril, pretende-se a objetivação do trabalho pedagógico”.

As políticas do “aprender a aprender, aprender a ser e conviver” nada mais são que modos de domínio do pensamento neoliberal que domina todo o sistema de relações humanas inclusive a educação.

[...] as pedagogias do “aprender a aprender” estabelecem uma hierarquia valorativa, na qual aprender sozinho situa-se em um nível mais elevado que o da aprendizagem resultante da transmissão de conhecimentos por alguém. Ao contrário desse princípio valorativo, entendo ser possível postular uma educação que fomente a autonomia intelectual e moral por meio da transmissão das formas mais elevadas e desenvolvidas do conhecimento socialmente existente. (DUARTE, 2008, p.08).

A opinião de Duarte (2008) não deixa de lado a educação para a autonomia: “Não discordo da afirmação de que a educação escolar deva desenvolver no indivíduo a autonomia intelectual, a liberdade de pensamento e de expressão, a capacidade e a iniciativa de buscar por si mesmo novos conhecimentos.” (DUARTE, 2008 p.08). O autor critica então o fato de que aprender sozinho seja colocado como essencial, enfatizando que é de mais valor aprender sozinho do que valorizar o conhecimento da humanidade; acredita em uma educação de autonomia intelectual ocorrida pela transmissão de conhecimento social existente.

Essa educação autônoma – com base no conhecimento acumulado, onde a educação comporta-se como fonte de aprendizagem, o conhecimento sistêmico, organizado e socialmente construído – é abafada pelo conhecimento utilizado para gerar lucros.

Quando educadores e psicólogos apresentam o “aprender a aprender” como síntese de uma educação destinada a formar indivíduos criativos, é importante atentar para um detalhe fundamental: essa criatividade não deve ser confundida com busca de transformações radicais na realidade social, busca de superação radical da sociedade capitalista, mas sim criatividade em termos de capacidade de encontrar novas formas de ação que permitam melhor adaptação aos ditames da sociedade capitalista. (DUARTE, 2008, p.12).

Diante dessa realidade de dominação do capital sobre o sistema educacional, podemos observar uma formação pedagógica que se tornou um sistema vazio de conteúdo e sem sentido. As práticas de formação pautadas na reflexão não fazem parte das políticas públicas:

O esvaziamento do conhecimento ocorre pela crença na falência da chamada razão iluminista, razão que imaginou ser possível fundar conhecimento circunstanciado, racional, firmemente ancorado nos fatos, com isso, em função da retomada do pragmatismo em que não é possível aproxima-se da realidade. (SOUZA, 2005, p.103).

O processo de formação, bem como o de ensino-aprendizagem, torna-se vazio de conteúdo enquanto deveria suprir as reais necessidades dos educandos. Souza (2005, p. 101) afirma sobre a educação reflexiva: “As práticas de formação pautadas no eixo da reflexão arremessam a profissão docente para uma condição de permanente fluidez e revisitação do cotidiano”.

O que se vê no país, no entanto, são práticas existentes desde a implementação da Escola Nova na década de 30, que servem de instrumento de participação política e, para Saviani (2007, p.52), o “advogar escola para todos” é de interesse da burguesia. A classe proletarizada só decide o que interessa para a classe dominadora.

Em determinados momentos da implementação da Escola Nova no Brasil, alguns grupos ganharam voz em algumas decisões, mas a partir do momento em que dominado não decidia pelo dominante, a escola entrava em ação, ensinando de forma que fortalecia a elite e rebaixava as classes pobres.

Entra nesse contexto o poder de “flexibilidade” do conteúdo, reforçando a ideia que quem tem pouco deve continuar com menos ainda.

Se os membros das camadas populares não dominam os conteúdos culturais, eles não podem fazer valer os seus interesses, porque ficam desarmados contra os dominadores, que servem exatamente desses conteúdos culturais para legitimar e consolidar a sua dominação. (SAVIANI, 2007, p.55).

O desejo de dominar leva então a destituir o máximo de possíveis produtores de cultura, como os professores, para que se consolide uma hegemonia e, assim, o que se percebe são professores que pouco entendem de sua profissão:

[...] os professores não sabem o que sabem, sobre a relação de ensino-aprendizagem, e o que sabem é ridicularizado por outros profissionais. Isso se dá em função da dependência das práticas pedagógicas cotidianas em relação aos profissionais que não estão ligados diretamente a ação pedagógica no contexto de sala de aula. (SOUZA, 2005, p.102).

A ação pedagógica das escolas no país é realizada por professores que tiveram seu conhecimento destituído. Dessa forma, segundo Geraldi (1994, p.4) “[...] encontra-se uma escola que é regida burocraticamente, com um professor expropriado, adotado pelo livro didático, alienado de seu trabalho, formando outros para a alienação e reprovando mais ainda.”

O que se pode observar é que a formação de professores tomou uma dimensão associada a demais profissões. A técnica científica trouxe consigo, para a educação, diversos profissionais de outras áreas, os quais não conhecem a realidade escolar e se tornam sem autonomia, deixando a escola cada vez mais à mercê do idealismo de que o professor é mero instrumento de reprodução.

De acordo com Frigotto (1996), deparamos-nos atualmente em uma situação:

[...] em que há uma profunda rarefação teórica. Ao histórico individualismo metodológico da herança positivista e funcionalista, junta-se a perspectiva da fragmentação do pós-modernismo. No limite, nos situamos numa perspectiva do relativismo absoluto onde a representação da realidade histórica se reduz à compreensão de cada sujeito. (FRIGOTTO, 1996, p.86).

A formação dos professores no Brasil segue uma tendência de mera produção de profissionais, sem olhares para a qualidade. Assim, para Frigotto, (1996, p.92) “a partir de uma perspectiva produtivista e unidimensional, os conceitos de formação, qualificação e competência vêm subordinados à lógica restrita de produção”.

É preciso melhorar os programas de formação de professores para que se resgate a essência educacional, colocá-los no centro do processo educativo, tirando-os da periferia e, para que isto ocorra, os mesmos têm que retomar o conhecimento destituído de sua classe. Assim, os programas de ensino superior devem mudar também para que preparem seus professores e alunos para atuarem decisivamente no processo de educação básica.

A melhoria nos planos é essencial, pois o meio de produção capitalista coloca o ensino como uma mercadoria, tendo como consequência a fragmentação do conhecimento.

No plano teórico e epistemológico, a subordinação do educativo e dos processos de conhecimento à lógica da produção e do mercado, resulta em concepções e práticas dualistas, fragmentárias e profundamente etnocêntricas. (FRIGOTTO, 1996, p. 90-91).

O ensino fragmentado é danoso ao processo de ensino-aprendizagem de Ciências e a Interdisciplinaridade é uma maneira de tentar solucionar os danos causados.

A interdisciplinaridade, no campo da Ciência, corresponde à necessidade de superar a visão fragmentadora de produção do conhecimento, como também de articular e produzir coerência entre os múltiplos fragmentos que estão postos no acervo de conhecimentos da humanidade. Trata-se de um esforço no sentido de promover a elaboração de síntese que desenvolva a contínua recomposição da unidade entre as múltiplas representações da realidade. (LUCK, 1994, p. 59).

A fragmentação dos conhecimentos danifica o ensino de Ciências. Quanto à formação do espírito científico, de acordo com Gerhard e Rocha (2012 p. 130), “[...] a fragmentação dos saberes no âmbito escolar é danosa não só para o processo de ensino e aprendizagem, como também para a formação do espírito científico dos alunos, e é percebida na própria base curricular do ensino escolar”.

A fragmentação do conhecimento pode ser um dos motivos do surgimento das concepções alternativas que permeiam o ensino de Física. Os conceitos científicos perdidos ao longo do processo de globalização e capitalização comercial do conhecimento são distorcidos e repassados aos alunos como verdades absolutas.

O ensino por banal reprodução dos acontecimentos formam cidadãos que não reivindicam, não buscam seus interesses, não revogam atitudes. O ensino brasileiro necessita de reformulações e ações que fortaleçam a formação de seus professores, sendo necessário discutir a formação de professores de Ciências.

4.3 O professor de Ciências e Física em foco

Com a mudança do mundo globalizado é necessário discutir a formação dos profissionais da educação, que estão inseridos em um novo modo de ensino. Assim, é crucial o aprimoramento das práticas didáticas buscando a especialização nas diversas áreas.

Em sua prática, os profissionais devem-se apoiar em conhecimentos especializados e formalizados, na maioria das vezes, por intermédio das disciplinas científicas em sentido amplo, incluindo, evidentemente, as ciências naturais e aplicadas, mas também as ciências sociais e humanas, assim como as ciências da educação. (TARDIF, 2000, p.02).

A busca pela especialização deve ser adquirida por uma longa formação, de natureza no mínimo universitária; no entanto, apesar da necessidade de uma formação científica, os conhecimentos dos professores são, em sua essência, pragmáticos.

Embora possam basear-se em disciplinas científicas ditas “puras”, os conhecimentos profissionais são essencialmente pragmáticos, ou seja, são modelados e voltados para a solução de situações problemáticas concretas, como, por exemplo, construir uma ponte, ajudar um cliente a resolver seus conflitos psicológicos, resolver um problema jurídico, facilitar a aprendizagem de um aluno que está com dificuldades etc. (TARDIF, 2000, p.02).

Os saberes dos professores são temporais, adquiridos ao longo de sua história, estruturam-se no início de sua carreira e se desenvolvem ao longo de sua prática docente. Seus saberes raramente são objetivos, tendo um cunho subjetivo, “plurais e subjetivos”, utilizam diversas teorias, concepções e técnicas, buscando atingir diferentes objetivos, cuja realização não exige os mesmos tipos de conhecimentos (TARDIF, 2000).

Ao se analisar essa perspectiva, Gauthier e colaboradores (1998) enumeram alguns dos saberes dos professores como:

Saberes disciplinares: Conhecimentos produzidos por pesquisadores e cientistas a respeito do mundo. O professor não produz o saber mas, para ensinar, extrai o saber produzido.

Saberes curriculares: Uma disciplina nunca é ensinada conforme foi produzida: sofre transformações para se tornar um programa de ensino.

Saberes das ciências da educação: São conhecimentos profissionais em parte adquiridos durante a formação acadêmica.

Saberes experienciais: Saberes adquiridos por meio de experiências profissionais.

Saberes da tradição pedagógica: São saberes sobre a maneira de dar aulas em classe, construídos sob a pedagogia da ordem.

Saberes da ação pedagógica: produzido pelo professor no contexto específico de sua disciplina e legitimado pela pesquisa.

Gauthier (1998) ainda enumera os demais saberes que um profissional pode ter como a Gestão de conteúdo.

A gestão de conteúdo pode acontecer em três fases distintas: o *planejamento da gestão da matéria* (antes do ensino do conteúdo), as *gestões no processo de interação com os alunos* (que ocorre no momento do ensino) e a *avaliação da fase de gestão* (esta fase engloba avaliação da aprendizagem dos alunos e avaliação do professor sobre sua própria maneira de ensinar). (FEJOLO, 2013, p.18, grifo do autor).

O professor deve buscar o planejamento de suas aulas, esquematizando de maneira eficiente seus conteúdos, buscando estabelecer reflexões críticas diante dos conceitos ensinados. Nessa perspectiva, é interessante perceber ainda que:

O professor deve também colocar-se como pesquisador, na busca da compreensão e análise do que observa, para encontrar respostas, encaminhamentos e soluções diante das dificuldades, além disso, orientar a leitura de mundo dentro de uma perspectiva crítica e reflexiva, orientando a leitura entrelaçada, colocada como desafio para a educação, constituindo-se como alicerce para a educação permanente. (SACRISTAN, 2000, p. 45).

A gestão de classe engloba as regras necessárias para se manter um ambiente favorável ao ensino. A gestão de ordem ocorre também em três etapas, que compreendem: o planejamento da gestão de classe (que deve ocorrer antes da interação com o aluno); gestão de interação com os alunos, que compreendem ordens disciplinares aos alunos e a avaliação, que é a fase de reflexão sobre as medidas tomadas em sala de aula. (GAUTHIER, et al., 1998).

Esses saberes enumerados por diversos autores devem ser construídos e reconstruídos ao longo dos anos de carreira de um professor, é necessário que o docente esteja em constante formação e esta deve primar pela ação reflexiva.

As tendências atuais levantam a necessidade da formação de professores reflexivos, possibilitando a autocrítica, produzindo docência de maneira coletiva. (NÓVOA, 1992).

O professor, quando entra em uma sala depara-se com uma situação heterogênea; assim, o mundo da profissão docente é repleto de escolas, alunos, conteúdos, pensamentos, sendo necessário gerir mais que seus conteúdos, por meio do desenvolvimento de seus saberes e sua sala mas, sim, o seu modo de ser. (FEJOLO, 2013).

O professor está envolvido em relações sociais com outros, mas também consigo. O professor é um ser no mundo com o mundo à roda. Portanto, ele eventualmente estabelece relações com o mundo escolar e seu entorno: as atividades, os espaços habitados pelo professor, o ensino, a aprendizagem do aluno, os conteúdos, as burocracias, toda a parte física deste mundo, o tempo, etc. (FEJOLO, 2013, p.26).

A educação de qualidade requer esses quesitos defendidos pelos autores Gauthier e Tardif e a formação adequada pode sugerir um efetivo ensino de qualidade.

Toda a prática educativa requer a existência de sujeitos que ensinam e aprendem os conteúdos, por meio de métodos, técnicas e materiais, e implica em função do seu caráter diretivo, objetivos, sonhos, utopias, ideais. Daí a sua politicidade, qualidade que tem a prática educativa de ser política, de não poder ser neutra. (FREIRE, 1980, p. 78).

Em relação ao ensino de Ciências, os autores Carvalho e Gil Perez (1993) elencam elementos fundamentais sobre os saberes que devem ter os professores: conhecer o conhecimento, relacionando-o com as necessidades da sociedade e o desenvolvimento da tecnologia; conhecer e questionar as concepções simplórias do pensamento espontâneo dos docentes que são baseadas no senso comum; procurar conhecimentos relacionados ao ensino-aprendizagem, principalmente de Ciências; saber preparar, dirigir e avaliar as atividades por ele proposta em sala de aula; utilizar pesquisas e resultados de pesquisas para a sua preparação.

Baseado nos autores descritos anteriormente, Schnetzler (2002) também descreve saberes essenciais aos professores de Ciências:

I) dominar os conteúdos científicos a serem ensinados em seus aspectos epistemológicos e históricos, explorando suas relações com o contexto social, econômico e político; II) questionar as visões simplistas do processo pedagógico de ensino das Ciências usualmente centradas no modelo transmissão-recepção e na concepção empiricista-positivista de Ciência; III) saber planejar, desenvolver e avaliar atividades de ensino que contemplem a construção-reconstrução de ideias dos estudantes; IV) conceber a prática pedagógica cotidiana como objeto de investigação, como ponto de partida e de chegada de reflexão e ações pautadas na articulação teoria-prática. (SCHNETZLER, 2002, p.215).

As diretrizes curriculares de Ciências do Paraná enumeram alguns dos entendimentos em relação aos saberes dos professores de Ciências:

Conhecer os métodos científicos empregados na produção dos conhecimentos, para que estratégias de ensino propiciem a construção de conhecimentos significativos pelos estudantes.

Conhecer as relações conceituais, interdisciplinares e contextuais associadas à produção de conhecimentos, para superar a ideia reducionista da ciência como transmissão de conceitos, porque essa perspectiva desconsidera os aspectos históricos, culturais, éticos, políticos, sociais, entre outros...

Saber selecionar conteúdos científicos escolares adequados ao ensino, considerando o nível de desenvolvimento cognitivo dos estudantes e o aprofundamento necessário. (PARANÁ, 2008, p.61).

A formalização dos saberes é necessária para a execução das tarefas que são próprias da profissão docente (GAUTHIER et al., 1998). Tanto em suas bases teóricas quanto em suas aquisições práticas, os conhecimentos profissionais são progressivos e necessitam, por conseguinte, de formação contínua e continuada (TARFIF, 2000).

A formação acadêmica do professor é necessária para o desenvolvimento dos saberes que o professor deve possuir mas, segundo Garrido e Carvalho (1995), os cursos de preparação são insatisfatórios, faltando integração entre a Universidade e a escola, entre os estudos teóricos e a prática docente. As dificuldades no ensino não podem ser resolvidas apenas com propostas inovadoras: é necessária a reflexão sistemática sobre o ensino para que ocorra sua modificação.

O futuro professor depara-se durante o processo de ensino com as diversas formas de entendimento do aluno já que este, quando entra numa sala de aula, não vem como uma folha em branco, pronta para ser escrita da maneira que o professor achar mais conveniente. Ele traz consigo todo um conhecimento anterior, conhecimento esse adquirido na sua vivência do dia a dia. Segundo Rutz et al. (2009) “ao longo da vida escolar dos alunos, eles vêm recebendo inúmeras informações que formam o conhecimento prévio, dentro do ensino de ciências”. E, de acordo com os PCN's, os alunos ao virem à escola trazem consigo intuições construídas pela sua experiência como ser social. O professor deve estar apto a conviver com as diferenças que pode encontrar na escola e esta preparação deve partir da sua formação, que deve abordar a realidade da escola brasileira e colocar o aluno em contato com a escola de maneira que ele conviva e conheça seu futuro ambiente de trabalho.

Particularmente, a aprendizagem da Física em todo seu contexto requer raciocínio, interpretação, criatividade e habilidades matemáticas que incluem

manipulações de grandezas representadas pelas suas intensidades e por algarismos, muitas vezes, grandes. Como podemos observar, trata-se de um conhecimento relacionado ao desenvolvimento de várias aptidões. Desse modo, muitos alunos trazem conceitos prévios errôneos sobre o seu cotidiano. Quantas vezes não ouvimos “Qual o seu peso?” enquanto o correto é: “Qual a sua massa?” Ou o professor perguntando quem tem tempo de queda maior, a bola de papel ou de chumbo? E o aluno responde: o de papel, porque é mais leve.

[...] de um ponto de vista científico, as pessoas em geral, e os alunos que estudam as ciências da natureza em particular, têm diversas idéias sobre o movimento e as forças, as quais não concordam ou não coincidem com as que são transmitidas na escola. E essas idéias fazem com que surjam dificuldades de aprendizagem que nem sempre são fáceis de superar. (POZO, 2009, p.210).

Para Battistel et al. (2006), as dificuldades no domínio de certos conceitos estão associadas às concepções alternativas que os alunos possuem e que não correspondem ao conhecimento científico. O que se pode perceber é que além de todas as dificuldades quanto ao ensino de Física, existe o fato de que os alunos não parecem entender e nem gostar de Física. Nos estudos de Waiselfisz (2009) sobre o PISA de 2006, ficou evidente que os alunos:

[...] manifestaram maior interesse foram as Biologias, principalmente a humana, para a qual 46,5% evidenciou elevado interesse, mas também a vegetal, com 34,7% de alto interesse. Uma área geral sobre as Ciências também recebeu elevada adesão: metodologia da pesquisa científica: 40,3% de elevado interesse. (WASELFSZ, 2009, p.31).

Em consonância com o baixo índice de alunos que não se identificam com a disciplina de Física, observa-se a baixa qualidade na aprendizagem de Física com consequências em uma pequena procura nos cursos de Licenciatura em Física, acarretando uma enorme lacuna entre a existência destes profissionais qualificados e o número necessário para garantir uma educação de qualidade.

Segundo Astolfi e Devolay (1990, p.123), “o professor tem de dominar os conteúdos a ensinar”. Os saberes pedagógicos necessários para a atuação profissional do professor devem ser repassados pelas instituições de ensino

superiores, esta necessidade bem como quais são os saberes pedagógicos foram discutidos neste trabalho.

O ensino de Ciências, no caso o de Física, não pode ter uma visão fechada sem adquirir as ideias e postulados de outras disciplinas. Para isso é necessária a formação interdisciplinar do professor, sendo a Interdisciplinaridade de acordo com Fazenda (2008):

Interdisciplinaridade é definida como interação existente entre duas ou mais disciplinas, verificamos que tal definição pode nos encaminhar da simples comunicação das idéias até a integração mútua dos conceitos chave da epistemologia, da terminologia, do procedimento, dos dados e da organização da pesquisa e do ensino, relacionando-os. (FAZENDA, 2008, p.18).

No intuito de melhorar a aprendizagem em Física, muitos professores, em uma visão empírica, demonstram os conceitos através de uma prática como se esta por si só fosse sanar todas as dúvidas de seus alunos. Segundo Popper (1985), no entanto, o conhecimento não é rígido e não pode ser demonstrado apenas por uma reprodução de um fenômeno que depois será descrito e pronto. Dessa maneira, não se pode construir o conhecimento científico sobre pensamentos empirista- indutivistas. Por isso, que o ensino superior deve primar pelo ensino-aprendizagem que privilegie as discussões no processo de entendimento de conceitos.

Ensinar ciências não deve ter como meta apresentar aos alunos os produtos da ciência como saberes acabados, definitivos. Pelo contrário, a ciência deve ser ensinada como um saber histórico e provisório, tentando fazer com que os alunos participem, de algum modo, no processo de elaboração do conhecimento científico, com suas dúvidas e incertezas, e isso também requer deles uma forma de abordar o aprendizado como um processo construtivo, de busca de significados e de interpretação, em vez de reduzir a aprendizagem a um processo repetitivo ou de reprodução de conhecimentos pré-cozidos, prontos para o consumo. (POZO, 2009, p.21).

A falta de preparo adequado dos futuros professores talvez possa sustentar um ciclo vicioso onde o professor reproduza uma metodologia tradicionalista que, conseqüentemente, dificulte que o aluno obtenha uma aprendizagem significativa.

A Física especificamente, investiga desde a estrutura de um átomo até a formação do Universo. Seus conceitos podem explicar uma enorme quantidade de situações que ocorrem na nossa interação com o mundo.

Referida Ciência vem para ajudar a conhecer e compreender melhor a natureza que nos rodeia e o mundo da tecnologia que vive em transformação constante.

Os problemas de aprendizagem, apesar de envolverem aspectos múltiplos e complexos, também refletem o desinteresse dos alunos. Ao alcance do professor, um possível caminho para melhorar a qualidade do processo educativo é a revisão de suas práticas metodológicas. (BEZERRA, 2009).

As pesquisas na área apontam que a Física é confundida com a Matemática. Isso porque os professores restringem suas aulas à resolução de problemas que se resumem na utilização de uma relação matemática entre grandezas, mas que são precariamente discutidas e precariamente vinculadas com um contexto histórico, conceitual e social (CARVALHO; GIL-PEREZ, 1993).

Os modelos pedagógicos vigentes enfatizam que a formação do homem é difundida pela educação concreta, que encara o aluno em sua totalidade, sendo este o resultado de sua relação social. Em contrapartida com a educação tradicional, que vê o seu aluno como um receptor não ativo do conhecimento, onde a genética e suas disposições internas, delimita o ser. (Saviani, 2012). Então, para que a educação receba contornos contemporâneos, é necessário que se busque modelar a formação dos futuros professores de Ciências.

Nesse sentido, devem ser investigadas metodologias que primem pelo levantamento de problemas e debates que resultem numa tomada crítica do conhecimento, a fim de solucionar a desfragmentação do conhecimento da realidade, onde acaba perdurando os pensamentos empíricos dos alunos, que mesmo diante do conhecimento científico, acreditam e firmam como verdade suas concepções alternativas. O estudante – mais do que um mero aluno – é um ser social que deve aprender o conhecimento criado e modificado pela humanidade.

[...] os indivíduos em suas interações constituem o social, mas o social é o meio em que esses indivíduos se realizam como indivíduos, [...] não há contradição entre o individual e o social, porque são mutuamente gerativos. (MATURANA, 1997, p. 43).

O desenvolvimento dos saberes pedagógicos dos professores, para que ocorra o desenvolvimento de um ensino social, depende em parte de sua

formação pedagógica inicial e as Universidades não parecem estar preparadas para a formação de profissionais eficientes na área da educação.

Os cursos de formação para o magistério são globalmente idealizados segundo um modelo aplicacionista do conhecimento: os alunos passam um certo número de anos a assistir a aulas baseadas em disciplinas e constituídas de conhecimentos proposicionais. Em seguida, ou durante essas aulas, eles vão estagiar para “aplicarem” esses conhecimentos. (TARDIF, 2000 p, 13).

Os conhecimentos que os futuros profissionais recebem na Universidade, em sua maioria, não são legitimados na prática. E assim, a formação dos professores configura, diante das dificuldades em desenvolver os saberes necessários para o bom profissionalismo, um desafio para a sociedade brasileira e mundial. Existe a carência de uma construção de políticas de ensino sólidas, que primem pela qualidade de formação, para que ele atue de maneira efetiva e vá contrário à crescente desvalorização de sua profissão.

Com base nesses pressupostos, Pimenta (1999) afirma que:

Contraopondo-se a essa corrente de desvalorização profissional do professor e as concepções que o consideram como simples técnico reprodutor de conhecimentos e/ou monitor de programas pré-elaborados, entendo que na sociedade contemporânea cada vez mais se torna necessário seu trabalho enquanto mediação aos processos constitutivos de cidadania dos alunos, para que consiga a superação do fracasso escolar e das desigualdades escolares. O que parece, impõe a necessidade de repensar a formação de professores. (PIMENTA, 1999, p.15).

Os cursos de formação e atualização de professores, na avaliação de Garrido; Carvalho (1995), possuem resultados não satisfatórios, não existindo um vínculo efetivo entre a Universidade e o futuro ambiente de trabalhos dos alunos professores. O que se percebe em relação à formação dos professores da área de Ciências é que os profissionais estão saindo despreparados de suas graduações e imediatamente são inseridos no mercado de trabalho, levando para a sala de aula erros não apenas de colocações específicas das disciplinas vinculadas a Ciências mas, sim, dificuldades em conteúdos estruturais como linguagem e escrita. (CUNHA, 2003).

A formação simplista é, sim, um problema em relação à formação dos futuros professores; no entanto, Gil Pérez (1996) defende a ideia de que muitos dos problemas de formação só são percebidos e aprimorados quando os

profissionais são confrontados em sua prática, sendo a formação continuada efetiva e consolidada uma possível solução no aprimoramento profissional dos professores.

[...] cada professor, sozinho em seu próprio universo elabora uma espécie de jurisprudência particular, feita de mil e um truques que 'funcionam' ou que ele acredita que funcionam. [...] via de regra, esse saber se perde quando o professor deixa de exercer seu ofício (GAUTHIER et al., 1998, p.34).

A formação dos professores da atualidade deve considerar que vivemos em uma época em que a informação chega à maioria em uma velocidade incrível e que o papel do professor não foi descartado, mas modificado diante da nova era do conhecimento.

[...] os professores têm que repensar o seu papel. Se é certo que continuam a ser fontes de informação, têm de se consciencializar que são apenas uma fonte de informação entre muitas. Deve, no entanto, salientar-se que o seu valor informativo tem níveis diferentes conforme o acesso que os seus alunos puderem ter a outras informações. (ALARCÃO, 2011, p.34).

O desafio da educação básica na atualidade é fazer entender que os alunos possuem níveis de necessidades diferentes de acesso à informação trazida pelo professor, sendo necessário o gerenciamento da autonomia dos alunos.

O ensino de Ciências – assim como o de Física de qualidade – diante dos desafios encontrados na contemporaneidade, requer atualização do professor para que ele, com recursos alternativos, articule teoria e prática bem como temas diversos, contextualizando o ensino e, conseqüentemente, tornando-o interessante para o aluno.

São evidentes as dificuldades dos professores da área de Ciências – em particular, da Física – para lecionar em sua área, obstáculos que poderiam ter sido sanados em sua formação.

Assim escreve Neves (1999) sobre o empobrecimento do conhecimento científico:

O que vemos presente hoje em sala de aula é uma atmosfera à la crítica vesaliana, onde a divisão dos saberes é novamente fomentada e as ignorâncias passam a indexar as competências. Aliado a este fato, onde somente o conteúdo está implicando, nota-se um empobrecimento da linguagem da ciência. (NEVES, 1999, p.65-66).

A maioria dos professores de Física crê na Ciência como sendo a descrição real (realismo) dos fenômenos da natureza e, apesar de atualmente bastante criticado, utiliza o empirismo como base metodológica no processo ensino-aprendizagem. Sob esse enfoque, acreditam que algumas atividades experimentais são cruciais para solucionar as concepções errôneas de seus alunos, sendo essas desenvolvidas num momento diferenciado da aula teórica.

É crucial que o ensino seja efetivo em nosso país e que os profissionais da educação compreendam o seu papel quanto ao intuito de fazer o aluno sentir a necessidade de mudança, para que ele seja capaz de interferir no ambiente em que vive, podendo transformar a sua realidade – O que irá valorizar não apenas o processo de ensino mas, sim, todos os seus envolvidos.

O que se percebe, no entanto, é que o professor- em maioria- valoriza muito o conteúdo programático e deixa de lado o significativo intuito do ensino que é a aprendizagem. É claro que não se pode deixar de ressaltar que é importante que os discentes aprendam conceitos cruciais, mas, é necessário que o docente prime pela qualidade do que está sendo apropriado. Cabe ao professor ser o interlocutor entre o conhecimento e o aluno, devendo ser ativo na sala, instigando-o a pensar, questionar, impulsionando o ensino-aprendizagem para uma atividade efetiva e significativa na vida do aluno.

O docente deve estar bem estruturado quanto ao seu plano de aula e objetivo, dominar bem o assunto do qual vai ser mediador, já que é necessário que seus alunos sintam firmeza em suas atitudes, para que possam seguramente se impulsionar nos estudos. A falta de coesão na fala do docente pode causar indisciplina, o que atrapalha o andamento do processo educacional.

Segundo LIBÂNEO (1991):

Na sala de aula é possível que o professor crie, desenvolva e transforme as condições necessárias para que os alunos assimilem conhecimentos, habilidades, atitudes e convicções e, desta forma, desenvolvam suas capacidades cognitivas. (LIBÂNEO, 1991, p.177).

A LDB estabelece que os alunos devem aprender a estabelecer e relacionar os conteúdos tecnológicos, contemplando a teoria e prática, sendo preparado para viver em sociedade, estando preparado para a vida do trabalho (MENEZES, 2000).

Cabendo ao intermediador dessa aprendizagem, significativo esforço ao preparar suas aulas para que leve o seu alunado a compreender e aplicar o que aprende em sua atividade diária.

A prática pedagógica em uma perspectiva reflexiva deve ser bem definida e consciente da sua influência no desenvolvimento do educando. Sendo dessa maneira, ainda é necessário que aconteçam algumas reestruturações para que o ensino de Física seja efetivo e significativo, como a reflexão sobre história da Ciência, a utilização de práticas, recursos de web (simuladores como exemplo), discussões em grupos e, o mais importante, valorização do conhecimento cultural do aluno, além das suas necessidades como humano.

Leonel (1998), que comenta, lamenta o fato de que a transformação do mundo não é dada aos alunos conhecerem e nem agirem. Completa ainda: “A reflexão... é muito superior à simples transmissão de conhecimento, mas, para isso acontecer é preciso que o professor seja o primeiro a fazer isso dela.” (LEONEL, 1998, p.93).

É necessário que se aplique uma educação reflexiva, onde o aluno aprenda não apenas com o realismo, mas sim, construindo o seu conhecimento por meio de aulas que relacionem a teoria em conjunto com a prática humana. Mas, para que o ensino seja reflexivo a formação dos professores também deve ser, para que se transponham as diversas dificuldades encontradas no ensino, como as concepções alternativas passadas e repassadas por professores despreparados.

A má formação dos profissionais de ensino do país, já leva a preocupações que se evidenciam diante de indicadores como o PISA. De acordo com os relatórios emitidos, o país é um dos piores do mundo em ensino, incluindo o de Ciências. De acordo com dados do Pisa de 2006, que teve como foco o conteúdo de Ciências, dos 57 países avaliados o Brasil foi o 52º colocado, tendo um desempenho acima apenas da Colômbia, Tunísia, Azerbaijão, Catar e Quirziquistão.

O relatório do PISA de 2012 demonstra além de tudo que o Brasil possui um dos piores índices entre países quando se fala da razão entre números de alunos por professor, chegando a ter uma razão de 219 alunos por professor de Matemática, por exemplo.

O município de Paranavaí não está longe dos referidos índices quando se fala de números de professores formados em sua área. De acordo com dados apresentados pelo Núcleo Regional de Educação com sede no município, dos professores que atuam na área de ensino de Física, por exemplo, apenas 15 são formados na área. Um número pequeno frente às 46 escolas que existem na região de Paranavaí atendidas pelo Núcleo de Educação, que possuem um número insatisfatório de professores nas áreas exatas.

Ao se analisar os índices revelados pelo PISA, pode-se perceber que eles não melhoram em quase nada as estatísticas anteriores. De acordo com dados do MEC (2003), entre os anos de 1990 a 2001 haviam se formado 7216 professores na área de Física. O levantamento indicou que o número necessário para atuação no ensino tinha como expectativa um valor de 14247 formados na área.

O Censo de Educação Superior de 2013 demonstra que número de ingressantes de Cursos de Graduação para cada 10.000 habitantes; segundo a Área de curso na Educação, manteve-se quase que invariável entre 2010 e 2013, aproximando-se em um índice próximo de 23%, assim como o número de concluintes que era de 9,7 em 2010 e 10 em 2013. Na área de Ciências as estatísticas são menores ainda. Em 2010, dos 8,8 ingressantes 2,9 concluíram, enquanto em 2013 esses números são 8,8 e 2,7. (MEC, 2013).

Em relação aos índices de 2013, esses números dizem que dos 177.066 ingressantes nos cursos de Ciências, Matemática e computação, apenas 55.176 concluíram.

O incentivo para que os jovens entrem nos cursos de Educação no país não é suficiente para desmanchar o status de má profissão que o professor carrega. A desvalorização do profissional de educação é um fator que também se mostra influente na educação brasileira, além do reduzido número de professores formados em determinadas áreas. Muitos dos que saem das Universidades licenciados não querem atuar na área de educação, envolvidos pelo sentimento de desvalorização que existe acerca da profissão de professor.

Um estudo da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), apresentado em Paris, durante as comemorações do Dia

Internacional do Professor, realizados em 38 países, entre eles, o Brasil, revelou que um número cada vez menor de jovens está disposto a seguir a carreira do magistério.

Os baixos salários praticados constituem uma das principais causas apontadas para isso, senão a mais importante. A pesquisa mostra que, no Brasil, o salário médio de um professor em início de carreira é dos menores: precisamente, é o antepenúltimo da lista dos mais baixos entre os 38 países pesquisados (RUIZ, et al., 2007).

O fato de os jovens não quererem atuar como professores vai além da questão remuneratória; é necessário desconstruir a visão fragilizada do professor como um pobre coitado que sofre nas escolas para atrair os bons alunos para os cursos de formação de professores. (RUIZ, et al., 2007)

A necessidade de melhoria nas condições de trabalho e formação dos professores é evidente, é necessário investir na qualificação dos docentes e, para isso, os cursos de Licenciatura devem possuir professores capacitados para a orientação dos conteúdos científicos e pedagógicos necessários para que ocorra uma boa formação docente. Para isso, é interessante que os profissionais que atuam nos níveis de graduação possuam uma boa experiência educacional para orientar seus alunos para a atividade na educação básica.

Os alunos, durante o curso de Licenciatura, devem, além de tudo, possuir o contato direto com as salas de aula o mais cedo possível para conhecer e vivenciar a prática pedagógica.

O governo Federal pensa em estratégias para sanar o pequeno número de professores na área de ciências exatas; como proposta, discute a integração curricular entre algumas disciplinas, num processo, segundo ele, que visa uma integração interdisciplinar. No entanto, Mozena e Ostermann (2014) entendem que falar em interdisciplinaridade está além de buscar resoluções para a falta de professores na integração de disciplinas para que um mesmo professor formado em apenas uma disciplina seja encarregado de ensinar diversas áreas.

Uma boa analogia para a compreensão da interdisciplinaridade como apreensão do conhecimento pode ser encontrada em um concerto musical: para a execução de uma sinfonia são necessárias a

participação e a integração entre diversos elementos distintos e únicos: partituras, músicos, maestro, ambiente, público etc. Estes - elementos podem atuar independentemente dos outros, mas o concerto apenas ocorre de maneira perfeita na integração e harmonização entre a atuação de todos. Da mesma maneira, o conhecimento, para ser compreendido (ou executado como um projeto), requer diversos componentes independentes (disciplinas ou - áreas) atuando de maneira integrada e harmônica. (MOZENA E OSTERMANN, 2014, p.2).

O professor bem preparado pode refletir e aplicar com seus alunos o conhecimento em suas vidas, não sendo apenas um simples reprodutor que dá margens para a disseminação de concepções alternativas.

Medidas devem ser tomadas, devido à ausência de profissionais da educação. No entanto, essas devem ser estimuladoras para a melhoria das disciplinas de exatas no país, não devendo apenas existir como ações paliativas - que nada sanam as dificuldades encontradas, como o número reduzido de profissionais e a ausência de profissionalização dos professores atuantes.

Segundo Freitas (1992, p.12), a formação do profissional da educação no Brasil ocorre desvinculada entre as três instâncias formadoras, as escolas normais, as licenciaturas em pedagogia e as licenciaturas específicas. Assim, acontecem erros de não conectividade entre o que se aprende nas Universidades e o que se tem que aplicar no trabalho, sendo necessário:

[...] tomar o trabalho como o principal articulador curricular, já que este reúne, em si, tanto a teoria como a prática.
O trabalho como articulador curricular, remete-nos ao trabalho pedagógico real, vivo - dentro e fora das instituições educacionais formais - e permite que agreguemos outro elemento extremamente importante para a formação profissional: a pesquisa.
Este eixo curricular - trabalho e pesquisa - altera substancialmente a formação até agora proporcionada ao profissional da educação (FREITAS, 1992, p.12).

A não relação entre as instituições formadoras e entre as Universidades e a escola revela uma formação fragmentada que desfavorece o ensino brasileiro. A formação só por produtividade implica a danificação da identidade dos professores, que por sua vez, influenciam no mau ensino de seus alunos. Acredita-se que a maioria das concepções alternativas que surgem nos alunos são consequências da desfragmentação ocorrida na formação dos docentes.

Dessa maneira, é crucial que mais trabalhos discutam a necessidade da melhoria da formação de professores no país, bem como o incentivo do ensino que prime pela busca do conhecimento científico.

5. METODOLOGIA: O MÉTODO *PEER INSTRUCTION* COMO ATO REFLEXIVO DO ENSINO

Esta pesquisa, de cunho quali-quantitativa, analisa a aplicação do método Peer Instruction como uma alternativa de ensino reflexivo na tentativa de desconectar o ensino não colaborativo das ações didáticas dos professores. Dessa maneira, o método PI leva a um levantamento das concepções alternativas que permeiam o aprendizado dos alunos, sendo necessários, assim, estudos epistemológicos sobre estas concepções – não como apenas um resgate histórico ou uma simulação do acontecido, mas como modo de compreensão do futuro.

Podemos considerar a pesquisa como sendo qualitativa porque agrupa estratégias de investigação, possui uma abordagem subjetiva, que integra a vivência profissional com a realidade da vida dos futuros professores.

O seu cunho quantitativo deve-se ao fato de afirmar o ganho ocorrido no ensino diante do método *Peer Instruction*, comprovando declarado ganho por meio de análises de gráficos criados pelo levantamento de dados a partir da aplicação do teste conceitual apresentado nos próximos tópicos da metodologia.

5.1 Definição da metodologia

Segundo Chizzotti (2003), o trabalho qualitativo parte da dinâmica entre o mundo real e sujeito, a não dissociabilidade entre objetividade e subjetividade. Já a quantitativa utiliza dados e tabelas para afirmar os seus levantamentos.

As pesquisas interpretativas de acordo com Muller (2013):

[...] têm um caráter exploratório, construtivo e descritivo, nos quais o pesquisador desenvolve hipóteses e fundamenta a teoria a partir de dados coletados. Estes são coletados no contexto em que ocorrem os comportamentos e ações a serem estudados, por meio de entrevistas, observações, notas de campo, questionários com escalas e questionários de perguntas abertas, etc. (MULLER, 2013, p.43).

Na pesquisa qualitativa, não se separa o pesquisador do objeto de sua pesquisa. “A pesquisa qualitativa preocupa-se, portanto, com aspectos da

realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais.” (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p.31).

Ainda para Gerhardt e Silveira (2009):

As características da pesquisa qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p.32).

O trabalho quantitativo levanta dados, constrói estatísticas, calcula ganhos. Essa pesquisa, no entanto, apesar de realizar o levantamento quantitativo em relação ao ganho tido no ensino pelo método *Peer*, possui em suas análises um lado subjetivo, particular da pesquisa qualitativa.

O pesquisador qualitativo transforma seus dados coletados, porém, de maneira diferente dos pesquisadores quantitativos, os quais usam basicamente a estatística como ferramenta para fazer as suas interferências. Geralmente são feitos sumários, classificações, categorizações e tabelas que ajudam a organizar as anotações e as informações coletadas. (MULLER, 2013, p.43).

A pesquisa, como já citado, apresenta apoio em dados estatísticos e não pode apenas se intitular como qualitativa. Apesar de apresentar a subjetividade e o empirismo desse tipo de pesquisa possui características que a colocaria como pesquisa quantitativa.

A pesquisa quantitativa de acordo com Dalfovo et al. (2008) pode ser caracterizada pelo fato de:

A coleta de dados geralmente é realizada nestes estudos por questionários e entrevistas que apresentam variáveis distintas e relevantes para pesquisa, que em análise é geralmente apresentado por tabelas e gráficos. (DALFOVO et al., 2008, p.9).

Em relação à coleta de dados, esta deve ser sistemática, utilizando os sentidos na obtenção de informações, ver, ouvir e examinar os fenômenos. Para que a coleta tenha sucesso, ela deve ser estruturada, planejada, responder aos propósitos da pesquisa e ter um observador que sabe o que procura. (MORESI, 2003).

A pesquisa realizada neste trabalho é de campo. De acordo com Moresi, (2003, p.09), “Pesquisa de campo é a investigação empírica realizada no local onde ocorre ou ocorreu um fenômeno ou que dispõe de elementos para explicá-lo. Pode incluir entrevistas, aplicação de questionários, testes e observação participante ou não”.

A coleta de dados foi realizada por meio de questionário e observações. O questionário foi constituída de perguntas abertas, para a análise do perfil da amostra de estudos e suas perspectivas quanto ao seu futuro como profissionais do ensino e sobre o que compreendem em seu modo subjetivo sobre como deve ser ensinado o conteúdo de Física.

As observações foram realizadas durante a aplicação de testes conceituais sobre conteúdos Físicos que envolviam conceitos de força elétrica, campo elétrico e resistência.

5.2 O perfil da amostra

A aplicação do método *Peer Instruction* ocorreu no quarto ano de Ciências - Licenciatura Plena da UNESPAR (Universidade do Estado do Paraná). Apesar do número reduzido – dezesseis (16) acadêmicos – os universitários representam os prováveis futuros professores de Física da região e fazem parte da última turma do referido curso. Nossa observação revela que a maioria dos professores que atuam no Ensino Médio na disciplina de Física são os licenciados em Ciências pela UNESPAR. A Universidade Estadual do Paraná, UNESPAR campus de Paranavaí, localizada ao Noroeste do estado na região do Arenito Caiuá, tem o papel fundamental de contribuir com a formação profissional de professores das diversas áreas que atuam num raio de extensão de aproximadamente 150 km. Com 85.000 habitantes, é considerada um polo educacional para as cidades circunjacentes. Paranavaí recebe diariamente diversos acadêmicos que se distribuem entre quatro Instituições de Ensino Superior. Os cursos oferecidos por estas instituições preparam adequadamente diversos profissionais que atuam na comunidade. Por outro lado, existe um abismo entre a quantidade de profissionais disponíveis no mercado da região para ocupar funções que exigem a graduação em cursos não oferecidos pelas Instituições de Ensino Superior de Paranavaí. Destaca-se

aqui a ausência de professores de Física, Química e de forma menos acentuada, de Biologia. Esta função acaba sendo exercida pelos graduados em Ciências - Licenciatura Plena, formados pela UNESPAR/FAFIPA. A falta de preparo e tais profissionais para citada função específica – aliada à dificuldade dos estudantes com os conteúdos fundamentais de matemática, leitura e interpretação – resulta na disseminação de que referidas disciplinas são difíceis, chatas e confusas. O agravante é que tais disciplinas são essenciais para a construção do desenvolvimento social e tecnológico da sociedade contemporânea. Diante do exposto, fica evidente a responsabilidade social da UNESPAR/FAFIPA em minimizar essas deficiências através de projetos de ensino.

É notória a importância social da UNESPAR (campus de Paranavaí) na produção do conhecimento da região, principalmente para a formação do professor que atua na mesma.

5.3 A aplicação do método

O levantamento de dados históricos e metodológicos que envolvem o ensino de Física, que é fundamental para a análise teórica e para a importância de uma boa formação dos profissionais de Ciências, foi realizado por meio de um levantamento bibliográfico e documental para a discussão qualitativa deste trabalho sobre a formação de professores de Ciências e suas concepções alternativas e a utilização de métodos colaborativos para o ensino de Física.

Conforme já descrito, o ensino de Ciências, incluindo especificamente o ensino de Física, é prejudicado em função das concepções alternativas que os alunos têm acerca dos fenômenos da natureza. Conforme apontado na literatura, os alunos resistem em mudar suas concepções, baseadas no senso comum, para as concepções aceitas pelas teorias vigentes. Assim, a reflexão sobre suas próprias teorias e o confronto com a teoria aceita pela comunidade científica pode levar o aluno a construir seu próprio modelo o mais próximo possível do modelo vigente. É interessante apontar que essas concepções alternativas independem da região geográfica ou de quaisquer outros parâmetros determinados por aspectos socio-culturais.

Diante da problemática mencionada, o trabalho preocupou-se em analisar os futuros professores de Ciências da UNESPAR, já que estes são os possíveis professores de Física ou Química da região de Paranaíba, devido à escassez de professores dessas áreas, especificamente nesta região. Assim, este trabalho descreveu como os futuros professores de Ciências se relacionam com a Física (em apêndice), prioritariamente. Isto porque esta disciplina, em especial, tem mostrado bastante rejeição entre os estudantes conforme apontado pela literatura específica – o que preocupa, já que muitos professores formados em Ciências acabam ministrando essa disciplina.

Este trabalho foi desenvolvido durante 12 horas de aplicação de método, tendo como fase inicial a aplicação de um questionário qualitativo, elaborado para este fim, que verificou o que cada acadêmico esperava da profissão de professor, as características do curso, sua preparação para atuar como professor de Ciências e de Física, o que pensam sobre esta disciplina, como acreditam que ela deve ser trabalhada com estudantes do ensino fundamental, já que problema levantado neste trabalho revela que o ensino não se mostra reflexivo e no caso do ensino de Física, esta não reflexão do conteúdo pode ser parte explicada pela não formação adequada do professor pelas Universidades.

Depois das discussões pertinentes ao questionário, foi apresentado aos acadêmicos o método *Peer Instruction*. No intuito de identificar suas concepções alternativas com relação aos conteúdos da eletrostática (conteúdo abordado em Física III, conforme ementa em anexo), aplicamos este método na turma e como modo de apresentá-los um método reflexivo que poderá ser incorporado a sua metodologia de ensino como futuro professor.

Este projeto previu a adaptação das questões que farão parte do *ConceptTest*. A escolha das questões utilizadas foi baseada na disponibilidade das mesmas. Ou seja, são questões que representam exercícios tradicionais e que possivelmente seriam utilizados pelos acadêmicos, quando professores.

É relevante mencionar que o curso é noturno e a maioria dos acadêmicos trabalha durante o dia, impossibilitando exigir a leitura prévia do conteúdo a ser trabalhado pelo método. Assim, não enviamos textos para estudo pré-classe como no PI descrito pelo Eric Mazur.

O número reduzido de alunos no quarto ano de Ciências permite uma análise aprofundada dos dados, sendo relevante considerar que o método deve primar pelo levantamento de hipóteses, problematização e resolução de problemas, sendo necessária uma aplicação do aluno. Turmas menores podem ser preferenciais para a aplicação de um método que é piloto na instituição.

A turma possui quatro aulas de Física por semana, sendo divididas em duas aulas por dia. Dessa forma, a aplicação e observação do *Peer Instruction* foram realizadas em dois momentos. Na primeira aula, os alunos tiveram uma exposição de 30 minutos para que tivessem um conhecimento prévio do assunto; no tempo restante receberam um texto sobre os conceitos físicos comentados, que foi lido pelos alunos em sala.

Depois das etapas de orientação e leitura, os acadêmicos receberam cartões com as letras 'a', 'b', 'c' e 'd' nas cores verde, vermelho, azul e laranja, respectivamente. Uma questão relacionada ao conteúdo foi apresentada por meio de um projetor de *slides* e os alunos deveriam escolher a alternativa correta entre 1 a 3 minutos, apresentando o cartão correspondente. Imediatamente, as respostas foram identificadas e anotadas. Se a porcentagem de acertos ficasse entre 40% e 70% os alunos deveriam ser agrupados em duplas em que os indivíduos responderam alternativas diferentes, para que acontecesse a discussão entre eles. Um percentual inferior indicava que o conteúdo deveria ser retomado, de maneira que o aplicador assumisse a explicação, que não deveria ultrapassar 10 minutos, sobre os conceitos envolvidos na questão. Após a nova explicação a pergunta foi reaplicada e a contagem refeita.

As questões que tivessem acertos superiores ao índice de 70% não seriam discutidas em duplas, tendo uma breve explicação reflexiva com os alunos para que os que não entenderam pudessem se apropriar do conteúdo.

Após a aplicação do método, foi calculado o ganho em relação aos acertos devido à socialização das respostas, utilizando o cálculo simples representado pela equação:

$$g = \frac{Sf - Si}{1 - Si}.$$

Ou seja, o ganho é dado pela diferença entre a pontuação (*score*) final e pontuação inicial, dividido pela unidade, subtraída da pontuação inicial. A

pontuação é obtida pela comparação direta das respostas antes e depois da discussão entre os pares.

A aplicação do método ocorreu em duas etapas, com intervalo de uma semana entre si e cujos conceitos apresentados já inham sido trabalhados de forma convencional pela professora da turma.

Espera-se que a aplicação do questionário e do *Peer Instruction* possibilite analisar e descrever qualitativamente e quantitativamente, através de gráficos, a eficiência do método, o ganho no processo da aprendizagem. Isso poderá implicar em uma melhor formação do professor de Ciências, que se tornará ciente da eficácia em se promover um processo de ensino reflexivo e crítico. No entanto, essa tomada de consciência só será possível se o próprio professor confrontar suas concepções alternativas com as concepções científicas e mais estudos forem realizados para que se busquem essas concepções para todas as áreas da Ciência, em continuidade ao trabalho aqui apresentado.

As questões na aplicação do *Peer* necessitam da utilização de conceitos relacionados à eletrostática e eletrodinâmica, exigindo em alguns casos da interpretação e imagem, conhecimento de convenções, assim como a interpretação de dados, a utilização de conceitos matemáticos, cálculo de corrente elétrica. Vale ressaltar que a maioria das questões poderiam ser resolvidas com a formulação de conceitos simples e a utilização de raciocínio lógico.

Nos estudos realizados por Eric Mazur, verifica-se que o ganho geralmente fica entre 0,3 e 0,7 após a aplicação do método *Peer*, uma taxa não encontrada em estudos de métodos tradicionalistas. Se levarmos em conta que o tempo disponibilizado para a realização desta metodologia é curto com relação a outras metodologias didáticas (como execução de um experimento, resolução de listas de exercícios, utilização de *softwares* didáticos), podemos inferir que a metodologia mencionada pode e deve ser incluída no processo ensino – aprendizagem. No entanto, a utilização desse método não deve impedir que o professor realize outras atividades complementares, inclusive as citadas.

Os dados coletados foram confrontados com as necessidades de compreensão e concretização dos conceitos físicos, para a verdadeira

aprendizagem que parte das concepções alternativas para o conhecimento científico.

6. RESULTADOS

6.1 Algumas considerações sobre a formação do professor de Ciências e a importância da aplicação de metodologias reflexivas

Por diversos motivos, podemos perceber que a instrução no país não zela pela autonomia e reflexão dos alunos. Métodos como o PI mostraram tirar o foco do ensino por meio da transmissão do conhecimento, fazendo com que o alunado busque fontes de aprendizagem.

O método é importante, pois ajuda a levantar as concepções alternativas dos alunos. Concepções que são evidenciadas por Kuhn, Popper, Lakatos e Bachelard, que fazem considerações de como as concepções alternativas devem ser substituídas pelas concepções científicas.

Seja pela ideia da necessidade do falseonismo defendido por Popper – que critica o indutivismo e evidencia o debate – ou a quebra de paradigmas defendida por Kuhn, chama-se a atenção para a obrigação da crise no desenvolvimento da Ciência para que, além das observações, as concorrências de ideias levem à construção do conhecimento.

A visão dos epistemólogos descritos no parágrafo anterior, como a de Lakatos, enfatiza uma visão de que a Ciência não é um produto acabado e que, assim, são essenciais discussões que considerem pontos de visões diferentes.

Identificar e transpor os obstáculos epistemológicos é necessário para a modificação do conhecimento de acordo com Bachelard. No entanto, a questão que se coloca é que as ações pedagógicas desenvolvidas no Brasil não parecem possuir características que evidenciem um ensino conceitual. E como decorrência disso, temos uma estrutura de educação que forma seus alunos, com diversas concepções alternativas que podem prejudicar sua ação como indivíduo social.

A educação brasileira desenvolveu-se atrelada ao interesse político, resultando em uma formação ineficiente de professores. E, como resultado disso, nossos alunos não possuem o conhecimento científico preciso para argumentar e buscar seus direitos.

É evidente que a situação do ensino no país, nos leva a crer na primordialidade de novas configurações políticas para que se permeie a discussão reflexiva. Para que, assim, todas as modalidades de ensino – principalmente a acadêmica – sejam contempladas com práticas pedagógicas que formem cidadãos que possuam conhecimento científico suficiente para realizar suas escolhas, sejam elas profissionais, pessoais e, principalmente, políticas.

Como podemos observar, o ensino realmente não busca a instrumentalização do aluno, sendo indispensável o incentivo a métodos que visem à discussão e ao levantamento de ideias.

Para que as ações escolares sejam reflexivas, são cruciais profissionais da educação que possuam ações pedagógicas em consonância com ideais epistemológicos contemporâneos que visam ao ensino pautado no conhecimento acumulado pela humanidade.

Em contrapartida com que se deseja, pelo fato de o ensino seguir um ideal de dispor poder a uma minoria, os professores não são preparados para atuarem de acordo com um ideal filosófico que busque o enriquecimento intelectual coletivo.

Suas formações continuadas foram esvaziadas de conteúdo, tendo como consequência a não continuidade da formação do professor, que sai das academias quase sem noção da prática docente e, ainda pior, da instrumentalização imprescindível para ensinar sua disciplina. Até porque, para exigirmos ações reflexivas que primem pela interdisciplinaridade, discussões conceituais, entre outros exemplos, os profissionais devem conhecer profundamente seu componente curricular.

Esse esvaziamento do conhecimento do professor atende perfeitamente às exigências de um modelo de ensino que não forma pessoas capazes de questionar e mudar sua situação.

6.2 Resultados da aplicação do método *Peer*

Investigar as concepções baseadas no senso comum ou concepções alternativas, como são definidas, é uma área fértil para a pesquisa no Ensino de Física. É sabido que elas são independentes das peculiaridades sociais ou geográficas.

Depois de discutir a teoria com os acadêmicos, apresentamos o método *Peer Instruction* e aplicamos algumas questões sobre os conteúdos que eles haviam estudados recentemente com o intuito de identificarmos as concepções alternativas dos acadêmicos. O critério para a escolha das questões foi sua disponibilidade de acesso. São questões utilizadas em vestibulares com fácil acesso na rede mundial de computadores.

O gráfico da Figura 04 mostra o índice de erro e acerto para a primeira questão, referenciada abaixo, antes de os acadêmicos discutirem a questão em dupla. O gráfico da figura 05 mostra o índice de erro e acerto para a mesma questão, depois que ela foi discutida entre pares que inicialmente apresentaram diferentes respostas.

Questão 01-Três corpos X, Y e Z estão eletrizados. Se X atrai Y e este repele Z, podemos afirmar que certamente:

- a) X e Y têm cargas positivas.
- b) Y e Z têm cargas negativas.
- c) X e Z têm cargas de mesmo sinal.
- d) X e Z têm cargas de sinais diferentes.

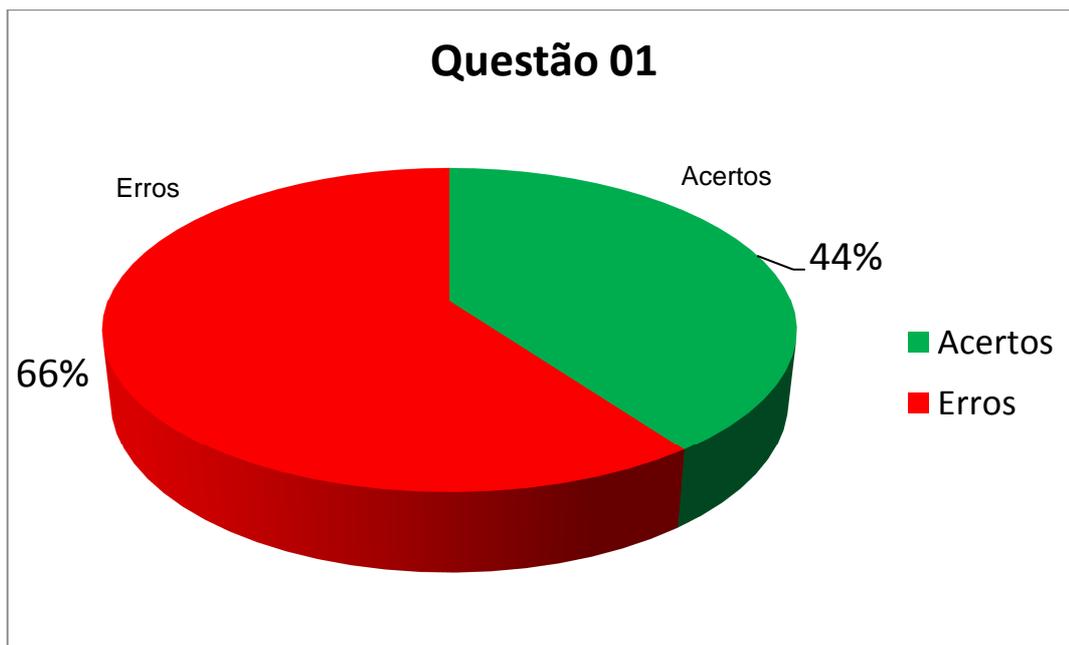


Figura 04 - Porcentagem de acerto e erro antes da discussão em pares.

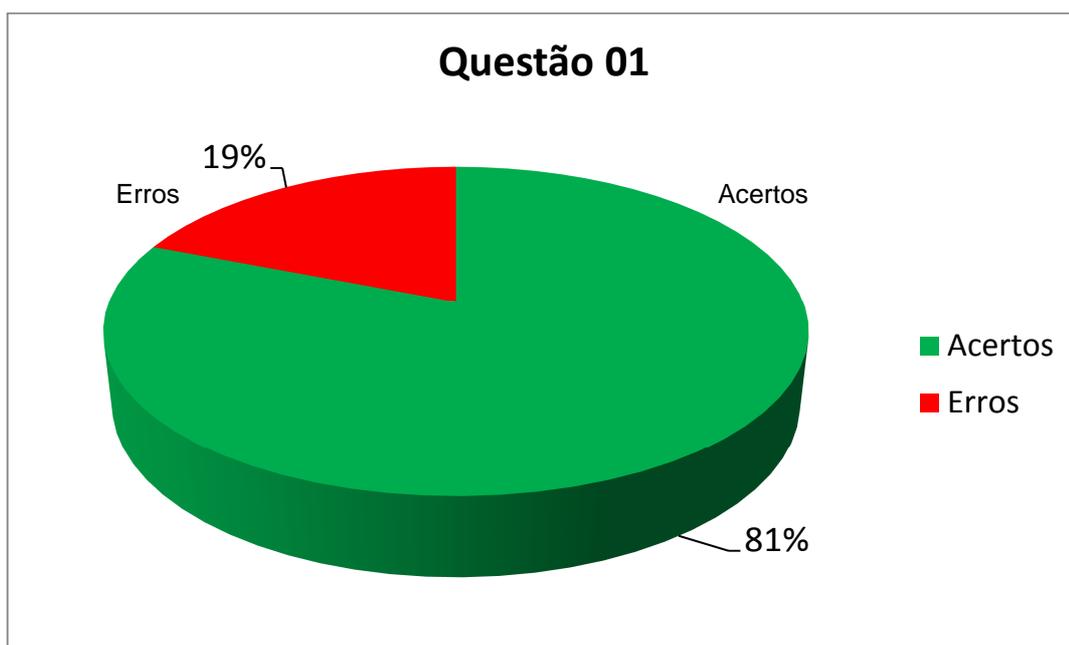


Figura 05 - Porcentagem de acerto e erro depois da discussão em pares.

Apesar de a questão abordar um aspecto elementar do conteúdo de eletrostática, inicialmente o percentual de erro é maior do que o percentual de acertos. No entanto, depois das discussões entre os pares a resposta correta é apontada por 81% da turma – o que evidencia, conforme apontado pela literatura pertinente, que o acadêmico que respondeu corretamente consegue persuadir seu colega que inicialmente apontou a alternativa errada. O fator g ou ganho obtido para esta questão foi obtido pela seguinte relação:

$$g = \frac{0,81 - 0,44}{1 - 0,44} \approx 0,66$$

Ou seja, após a aplicação do método houve um ganho de 66% de aprendizagem da questão. Para complementar nossas análises, o gráfico da Figura 06 mostra quantitativamente as alternativas escolhidas pelos acadêmicos antes e depois da aplicação do método PI.

QUESTÃO 01

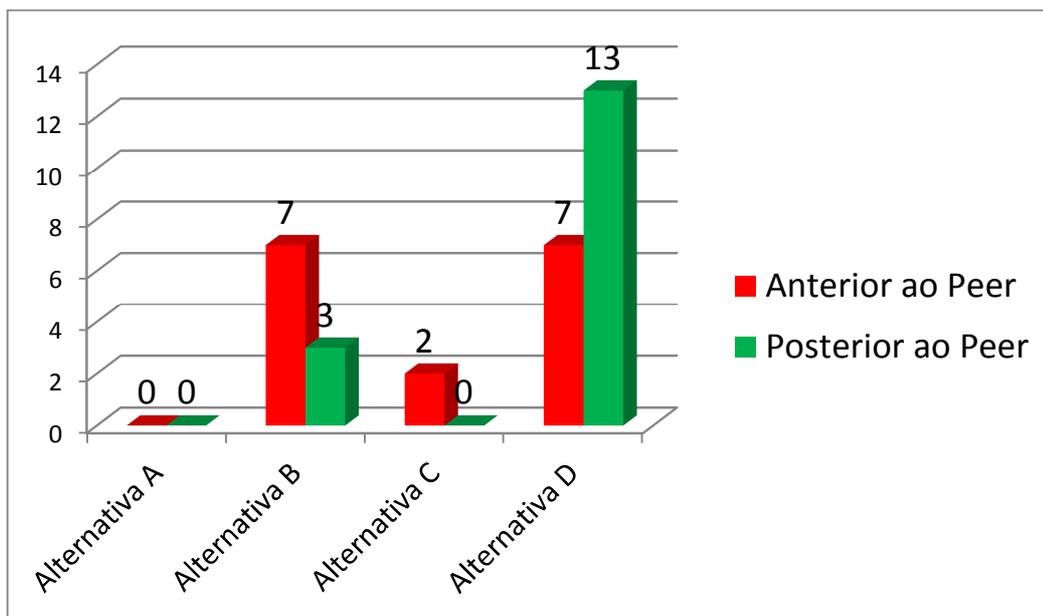


Figura 06 – Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos.

Analisando este gráfico, podemos dizer que os acadêmicos absorveram a questão da atração entre cargas de sinais opostos ou repulsão entre cargas de mesmo sinal. Talvez o problema do baixo índice de acerto inicial tenha sido a interpretação da questão. A alternativa 'b' poderia representar a resposta correta, já que não se trata de um absurdo como as alternativas 'a' e 'c'. A alternativa 'd' é considerada a alternativa correta porque trata de uma generalização. Ou seja, ao responder uma questão, o acadêmico deve também apresentar uma dose de maturidade além do conhecimento sobre os conteúdos propriamente ditos.

A Figura 07 e 08 mostram o porcentual de erro e de acerto da questão 02, referenciada abaixo, antes e depois da discussão entre os pares.

Questão 02-Duas esferas igualmente carregadas, no vácuo, repelem-se mutuamente quando separadas a uma certa distância. Triplicando a distância entre as esferas, a força de repulsão entre elas torna-se:

- a) 3 vezes menor
- b) 6 vezes maior
- c) 9 vezes menor
- d) 9 vezes maior



Figura 07 - Porcentagem de acerto e erro antes da discussão em pares.

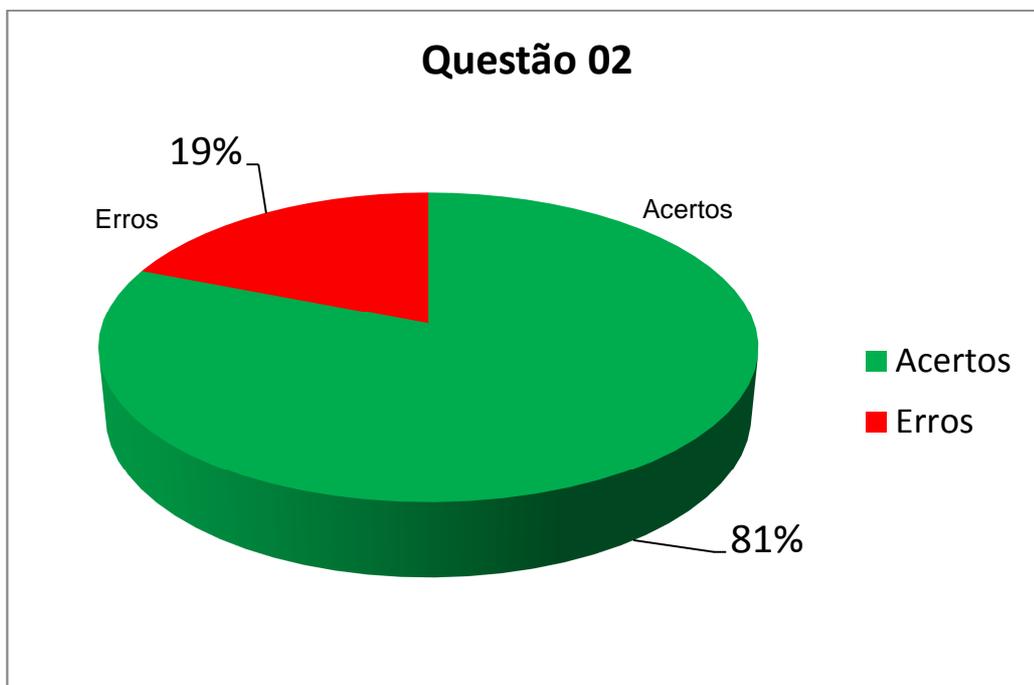


Figura 08 - Porcentagem de acerto e erro depois da discussão em pares.

Para responder adequadamente a questão 2, o acadêmico precisava lembrar-se da expressão matemática da Lei de Coulomb e interpretá-la. Diferentemente da primeira, esta questão exige apenas conhecimento específico com alguma habilidade matemática. No entanto, os índices de acerto e de erro não se distinguiram acentuadamente com relação à primeira questão. Mas, apresentou índice de acerto inferior a 40% e, conforme a dinâmica estabelecida pelo PI, o conteúdo foi retomado rapidamente antes da discussão entre os pares. Depois dessa retomada, a porcentagem de alunos que acertaram a questão foi de 81%. Sendo o ganho:

$$g = \frac{0,81 - 0,38}{1 - 0,38} \approx 0,69$$

Diante do cálculo, podemos perceber que a questão, após a explicação e discussão do professor com alunos teve um ganho de aproximadamente 70%.

Uma análise quantitativa das respostas pode ser observada no gráfico da Figura 09.

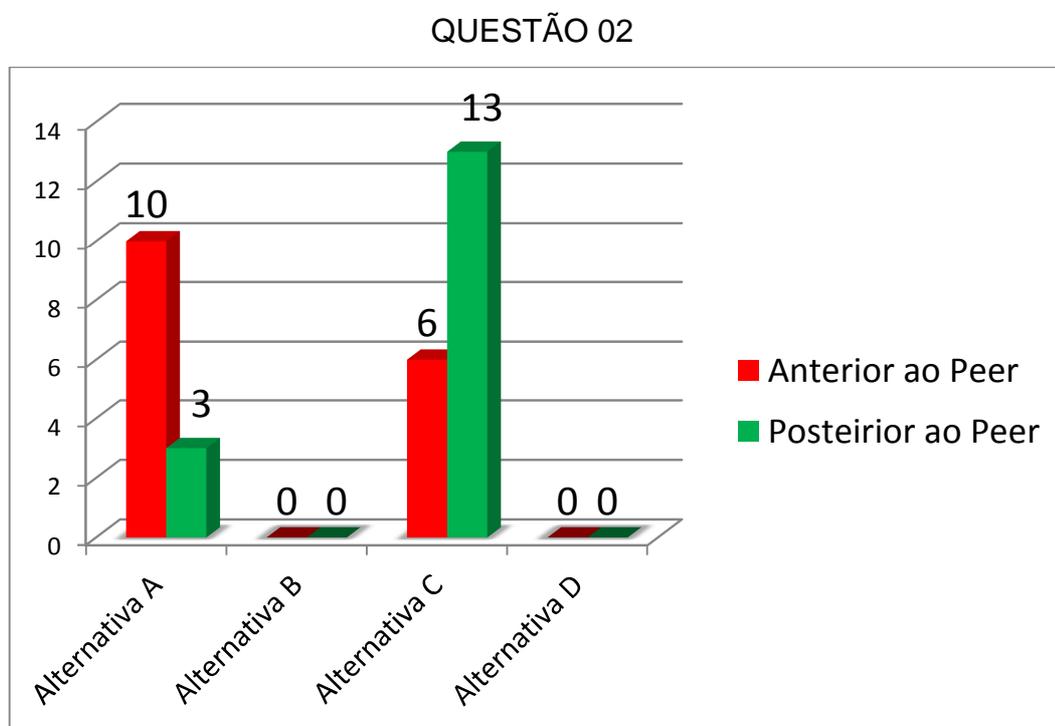


Figura 09 – Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos.

Observe-se que os acadêmicos conseguem compreender que a força e a distância entre as cargas são inversamente proporcionais, mas apresentam dificuldades em compreender que essa relação é quadrática, mesmo os acadêmicos que se lembravam da expressão matemática da Lei de Coulomb. Acredita-se que uma de suas concepções alternativas é que a força diminui com a distância entre as cargas, mas numa relação proporcional de primeira ordem. Essa crença mantém-se mesmo depois que o gráfico da força pela distância é exibido no quadro. É aqui que acreditamos que nenhum experimento ou exercício teórico irá auxiliá-los na compreensão da Lei de Coulomb se o professor não conduzi-los para esta observação em específico. O fato de a distância ser elevada ao quadrado tem consequências importantes nas leis do universo. Como por exemplo, a força de Coulomb é uma força conservativa, assim como a força gravitacional.

Talvez apresentar a lei de Coulomb como força conservativa enfatizaria que a distância é elevada ao quadrado. Seria um procedimento eficaz para chamar a atenção deles nesse aspecto. No entanto, mais importante que enfatizar tal fato é tomar consciência dessa dificuldade em particular dos alunos. De modo geral, o professor deve conhecer as concepções de seus alunos para que essas concepções possam ser confrontadas com as definições estabelecidas pelas teorias vigentes. O fato pôde ser observado quando sete alunos mudaram suas concepções iniciais e responderam à alternativa corretamente após uma nova explicação, salientando o papel de a distância ser quadrática.

Os gráficos representados pelas Figuras 11 e 12 demonstram o percentual de acertos antes e depois da discussão em pares da questão 03, descrita abaixo.

Questão 03- Sabe-se que a incidência de raios no Brasil está aumentando. Existe suspeita de que o fenômeno, de alguma forma, esteja ligado ao aquecimento global. Na verdade, a Terra já possui um campo elétrico. Ele é devido a um excesso de cargas negativas presentes em nosso planeta. Observe abaixo a representação da Terra e um ponto P qualquer no espaço. Entre os vetores abaixo, qual o que melhor representa o campo elétrico E criado pela Terra no ponto P?



Figura 10- Representação da Terra

Fonte: <http://.slideshare.net>

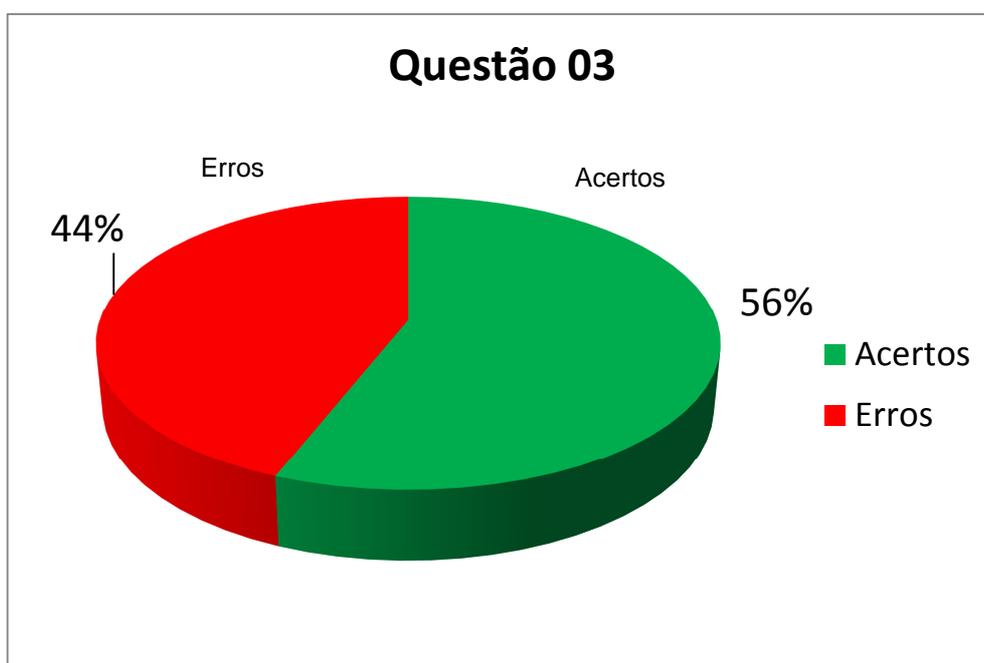


Figura 11 - Porcentagem de acerto e erro antes da aplicação do método.

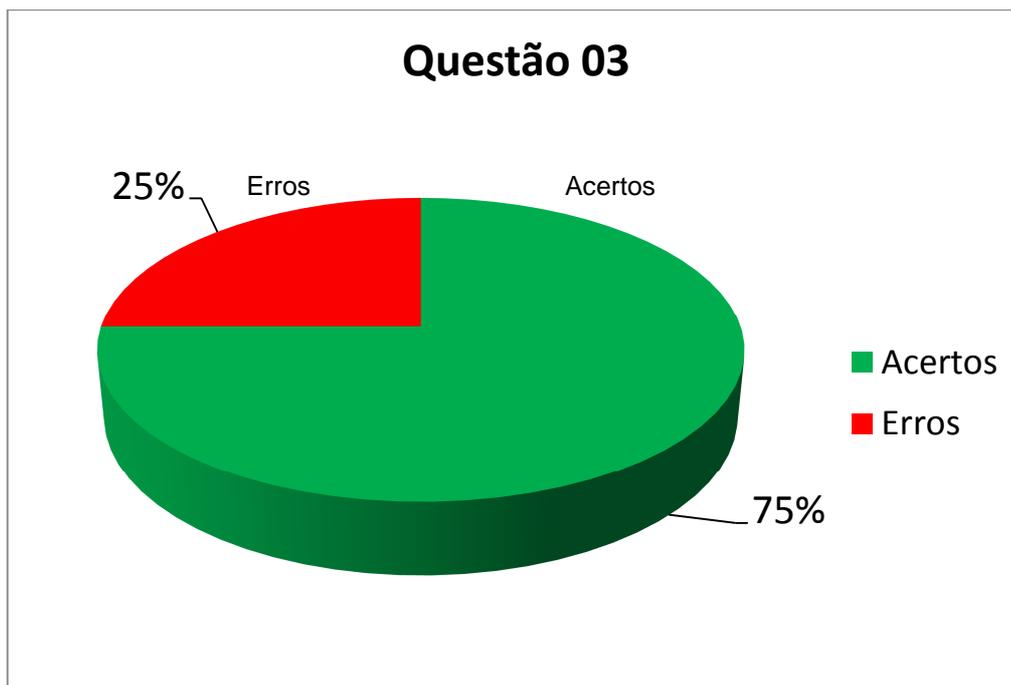


Figura 12 - Porcentagem de acerto e erro depois da discussão em pares.

A questão 03 atingiu um ganho de 0,43 depois que o método PI foi aplicado. Sendo o cálculo do ganho:

$$g = \frac{0,75 - 0,56}{1 - 0,56} \approx 0,43$$

Essa questão exige do acadêmico a memorização de algumas convenções e conceitos abstratos, como a representação do campo elétrico por vetores.

Como pode ser observada, a porcentagem de acerto passou de 56% (antes da discussão entre alunos) para 75% depois da discussão entre pares. Analisando a questão e as alternativas escolhidas (veja gráfico da Figura 13), os acadêmicos mostraram dificuldades em compreender as relações quantitativas entre as cargas. Apesar de eles mostrarem conhecimento da convenção adotada, ou seja, que o campo elétrico é representado por um vetor saindo da carga positiva e entrando na carga negativa, 44% deles, antes da discussão por pares, assinalaram o vetor invertido. Os acadêmicos apresentaram dificuldades em compreender a quantidade relativa de cargas entre dois pontos.

QUESTÃO 03

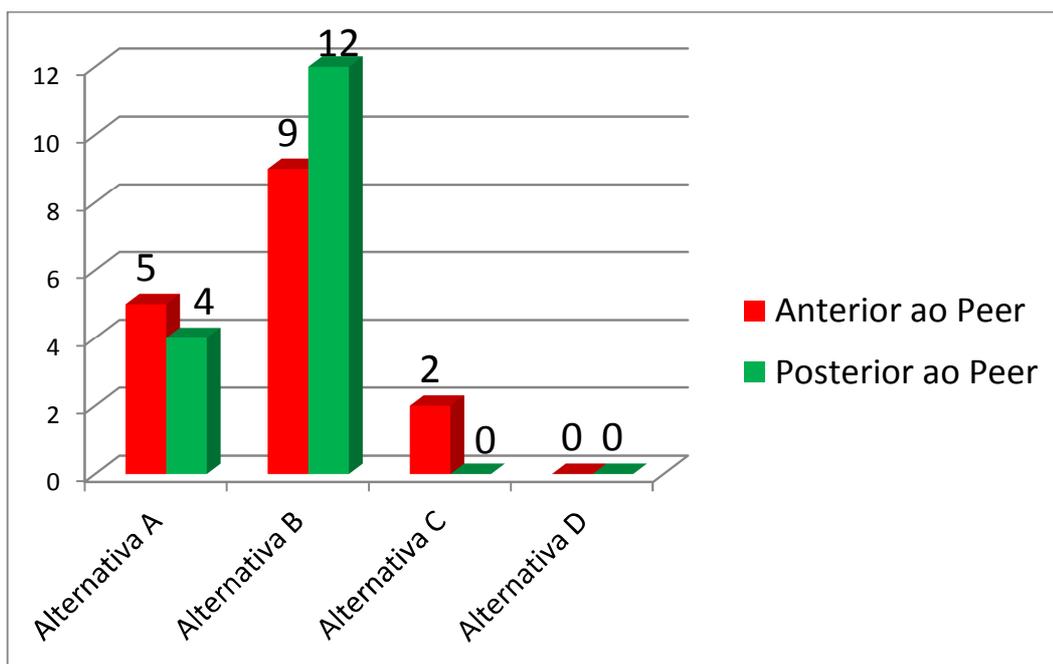


Figura 13 – Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos.

A questão número 04, descrita abaixo, já tinha sido apresentada à sala pela professora da turma, por isso os próprios acadêmicos preferiram não responder para não contaminarem os resultados do trabalho.

Questão 04- Ao se embrulhar um celular com papel alumínio e realizar uma ligação para o mesmo:

- a) O telefone toca, pois as ondas conseguem ultrapassar o laminado.
- b) O telefone não toca, já que o alumínio é um mau condutor de cargas elétricas
- c) O telefone toca, pois os metais são bons condutores de cargas.
- d) O telefone não toca devido a um isolamento causado pelo papel laminado.

Os resultados para a questão 05, descrita abaixo, podem ser verificados nos gráficos das Figuras 14 e 15.

Questão 05- Aviões com revestimento metálico, voando em atmosfera seca, podem atingir elevado grau de eletrização, muitas vezes evidenciado por um centelhamento para a atmosfera, conhecido como fogo-de-santelmo. Nessas circunstâncias é correto afirmar

- a) A eletrização do revestimento dá-se por indução.

b) O campo elétrico no interior do avião, causado pela eletrização do revestimento, é nulo.

c) A eletrização poderia ser evitada se o avião fosse revestido com material isolante.

d) O revestimento metálico não é uma superfície equipotencial, pois se o fosse, não haveria centelhamento.

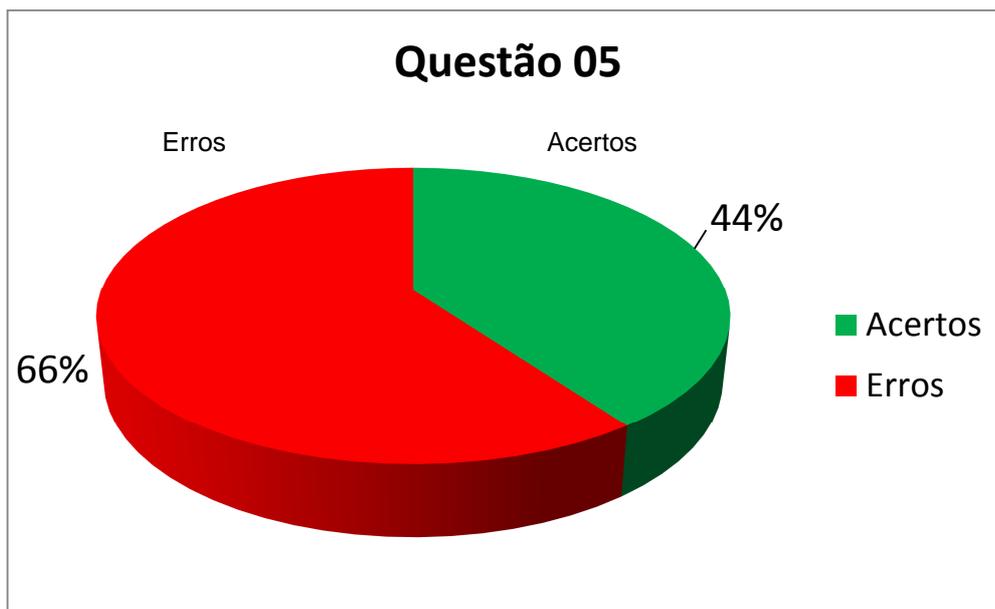


Figura 14 - Porcentagem de acerto e erro antes da discussão em pares

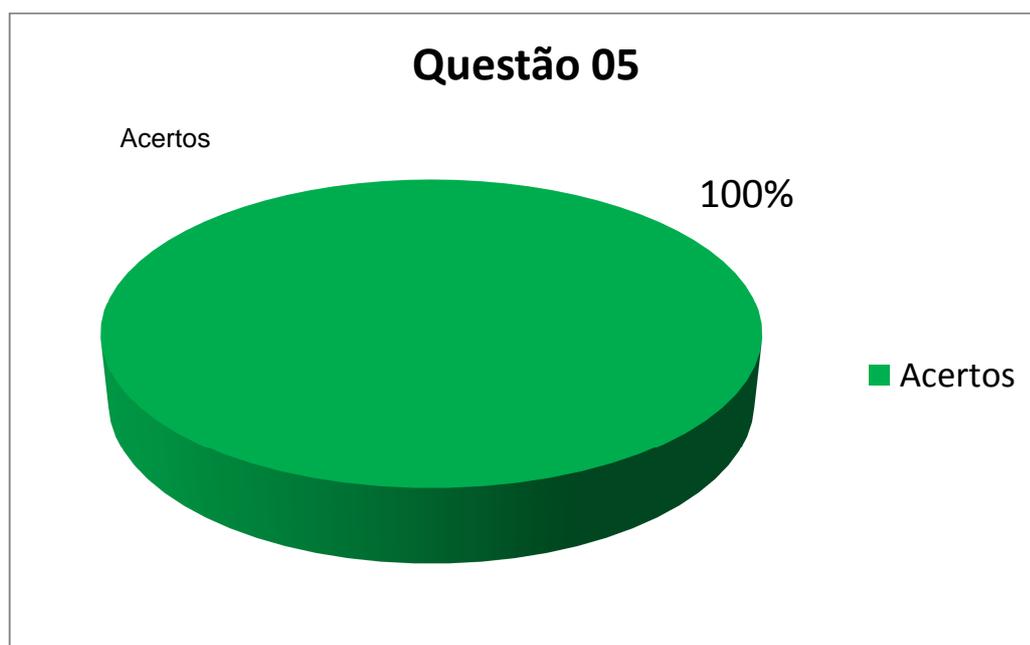


Figura 15- Porcentagem de acerto e erro depois da discussão em pares.

Na aplicação do método no exercício número 05, pode-se perceber um ganho de 1, já que, inicialmente, a porcentagem de acerto era de 44% e depois que os alunos discutiram em pares, 100% dos alunos acertaram a questão.

Apesar de as discussões entre pares levarem ao completo acerto, antes da discussão os acadêmicos mostraram espalhamento das possíveis alternativas. Conforme pode ser observado no gráfico da figura 16, a alternativa que mais recebeu votação foi a alternativa 'c'. Analisando a alternativa supracitada, podemos intuir que os acadêmicos acreditam que a eletrização depende da condutividade do material, o que não é verdade! Podemos eletrizar corpos condutores ou isolantes. A diferença entre eles dá-se no comportamento do movimento das cargas elétricas. Quando a eletrização ocorre em corpos condutores, as cargas se deslocam com facilidade, afastando-se o máximo possível umas das outras, devido a Lei de Coulomb. Para corpos fechados e ocos tais cargas ocuparão a superfície de tal modo que, por simetria, o campo elétrico interno é nulo. Se a eletrização ocorre em corpo de material isolante, as cargas terão dificuldades em se locomover e há uma probabilidade de ficarem acumuladas em uma dada região, podendo ser dissipada ao longo do tempo para o ar, devido à umidade. As moléculas de água são polares e atraem elétrons devido à presença de seu polo positivo.

Evidencie-se que os acadêmicos que responderam à alternativa 'c', consideram que um material isolante tem resistência à passagem de cargas elétricas, mas não consideraram que os aviões são eletrizados pelo atrito com o ar. E que este tipo de eletrização pode ocorrer com matérias isolantes como o plástico. Um exemplo simples geralmente é realizado em sala de aula. O professor atrita a caneta (feita de plástico) no cabelo para mostrar que isto faz com que papezinhos sejam atraídos. Porém, já discutimos no capítulo 3 que a experimentação sem reflexão não traz o aprendizado, a teoria aliada a reflexões é necessária para um aprendizado efetivo.

QUESTÃO 05

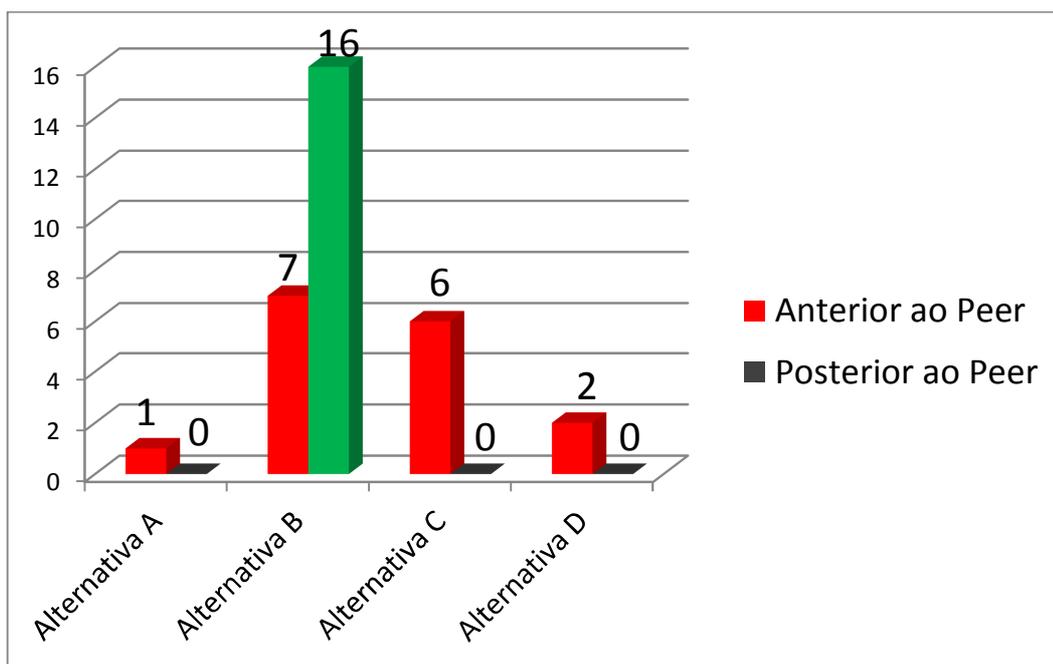


Figura 16 – Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos

A questão número 06, descrita abaixo, teve 62% de acerto antes da aplicação do método e manteve o índice depois da aplicação da discussão em pares, como podemos observar nos gráficos das Figuras 17 e 18.

Questão 06- O chuveiro elétrico utiliza o calor produzido pela passagem de corrente elétrica em um resistor para aquecer a água. A corrente elétrica é o fluxo de elétrons pulando de átomo em átomo em um condutor. Essa passagem ocasiona o aumento da energia cinética das moléculas, que é traduzido em forma de calor, fenômeno conhecido como efeito Joule. Sendo assim quando o chuveiro encontra-se com a chave no inverno a resistência:

- É nula
- É a maior possível
- É usada em um quarto
- Está na sua menor posição

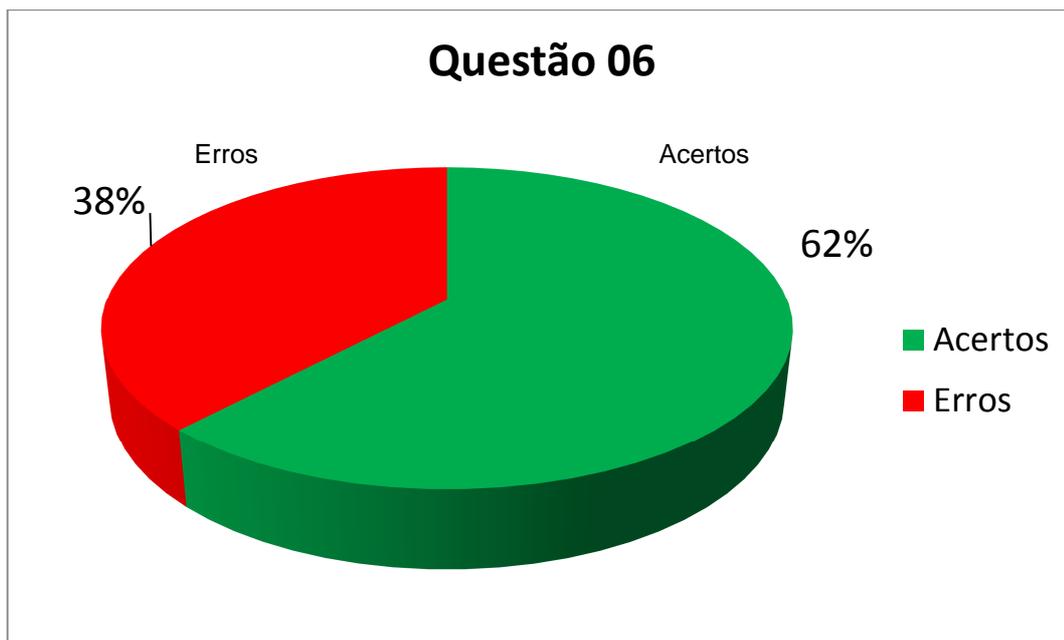


Figura 17- Porcentagem de acerto e erro antes da discussão em pares.

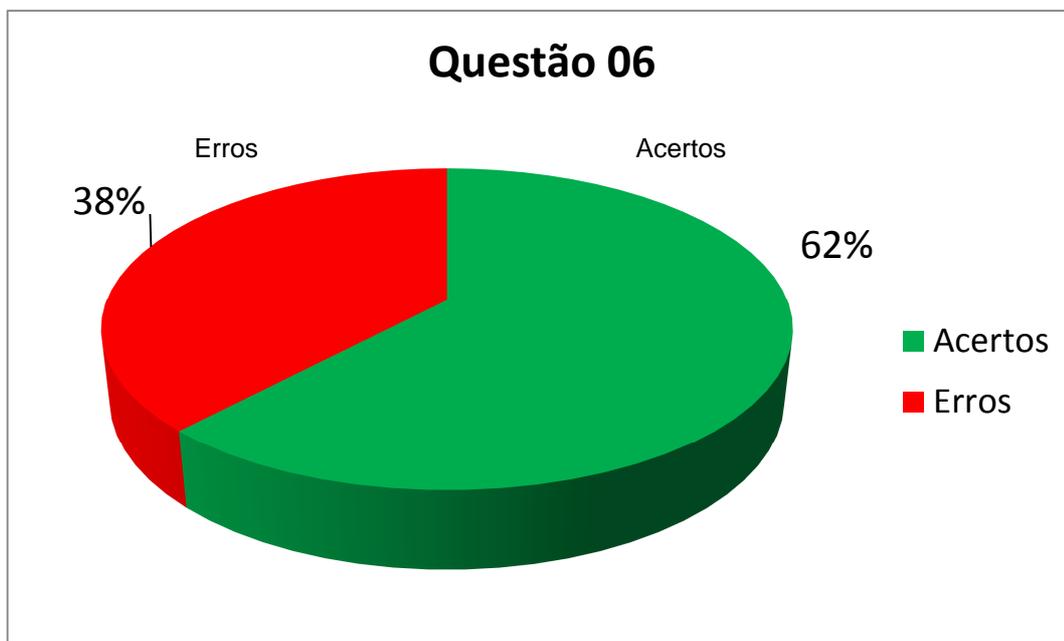


Figura 18- Porcentagem de acerto e erro depois da discussão em pares.

Ao analisarmos a questão, podemos perceber que ela apresentou um dado curioso: os alunos que a acertaram realmente não trocaram de opinião, mas os alunos que escolheram outras assertivas, por mais que fossem persuadidos, mostraram resistência em trocar suas escolhas.

Os acadêmicos acreditam que é a resistência do chuveiro que aquece a água. No entanto, lembremos que o chuveiro no inverno necessita de mais potência e, conseqüentemente, irá necessitar de uma corrente elétrica maior.

Porém, para que se aumente a corrente elétrica, é necessário diminuir a resistência, diminuindo o comprimento do resistor.

QUESTÃO 06

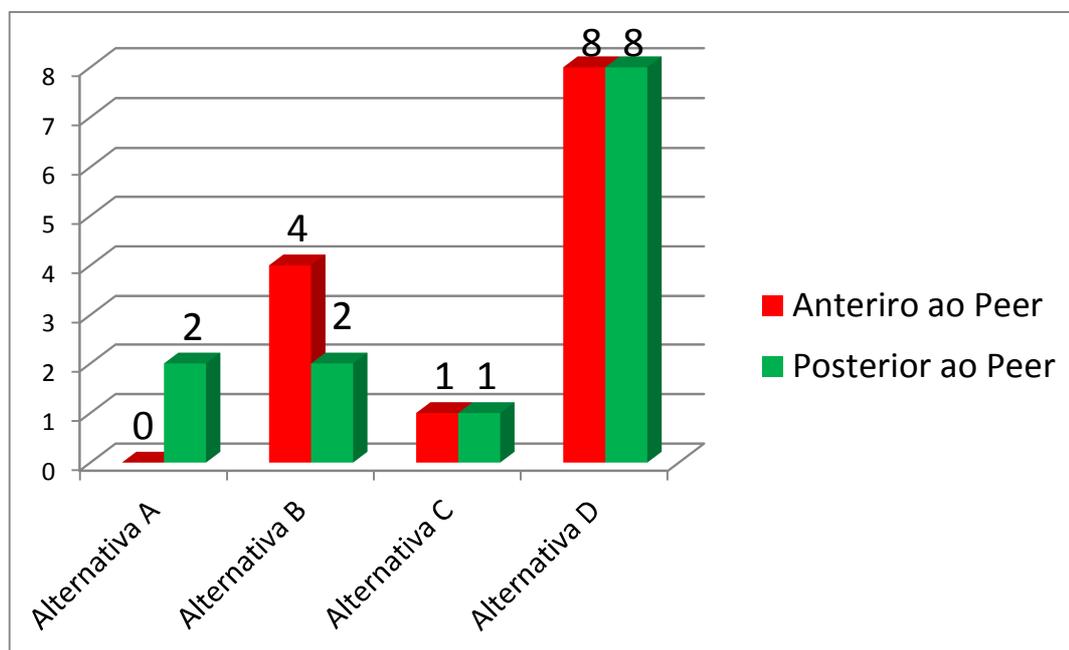


Figura 19– Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos.

É fato conhecido que existe resistência por parte dos alunos, em geral, para trocar suas concepções alternativas. A mencionada questão evidenciou isso. Mesmo conhecendo a resposta correta, mostraram-se desconfortáveis em respondê-las. Como já apontado na literatura pertinente, os alunos são fiéis a suas concepções alternativas; no entanto, esse resultado não foi verificado em outra situação descrita, pelo menos que seja do nosso conhecimento. Os resultados descritos na literatura indicam que sempre há alteração entre os índices de erros e de acertos depois da discussão entre os pares.

Ressalte-se que houve confusão na diferenciação entre as definições de resistores e resistência. Os acadêmicos não conseguiam distinguir a grandeza física (resistência) do objeto (resistor). A falta de discernimento adequado levava-os a cometer erros em suas definições durante suas falas.

Ao analisar a situação, podemos observar que esses alunos não fossem questionados ou se não fossem levados à reflexão, provavelmente levariam tal concepção aos seus futuros alunos, mesmo que os acadêmicos nunca trabalhassem Física no ensino Médio. Lembremos que o currículo do nono ano possui conceitos de Física como eletricidade na disciplina de Ciências.

Podemos, assim, refletir que no ensino, muitas vezes, o aluno aprende o que é correto e não abandona suas concepções alternativas. Quando um conteúdo é transmitido, teoricamente ou experimentalmente, se nenhuma reflexão crítica for realizada, os alunos aprendem o conteúdo mas mantêm suas concepções. Um bom exemplo disso é o conteúdo da queda livre. A equação dinâmica da queda livre dos corpos mostra que o espaço ($h = at^2/2$) ou a velocidade ($v = at$) de queda são independentes da massa do corpo mas muitos alunos não se apropriam da ideia de que corpos de massas diferentes podem apresentar o mesmo tempo de queda quando soltos de mesma altura.

Os gráficos das Figuras 21 e 22 esboçam os valores encontrados para a questão 07, descrita abaixo.

Questão 07-No sistema abaixo, as cargas elétricas Q1, Q2, Q3 e Q4 ocupam os vértices de um quadrado e Q5 a interseção das diagonais do quadrado.

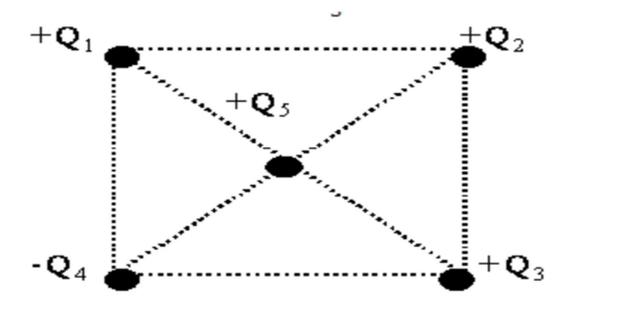


Figura 20- Esquema de cargas elétricas

Fonte: <<http://.slideshare.net>>

Em qual das cargas poderá a força eletrostática resultante ser nula?

- A) Q1
- B) Q5
- C) Q3
- D) Q2

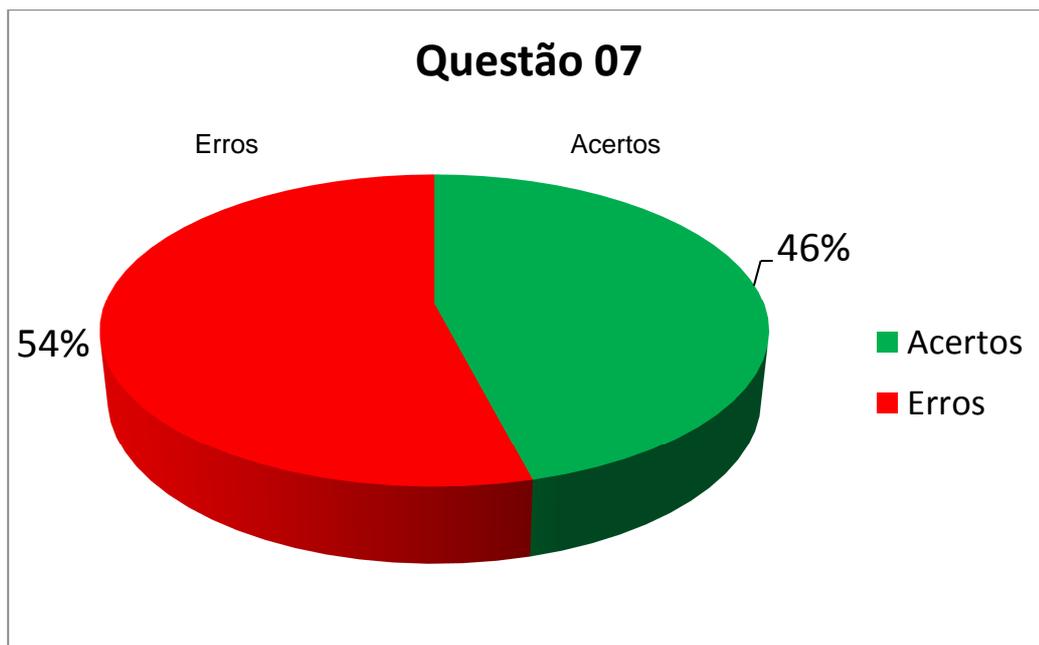


Figura 21- Porcentagem de acerto e erro da sétima questão antes da aplicação do método.

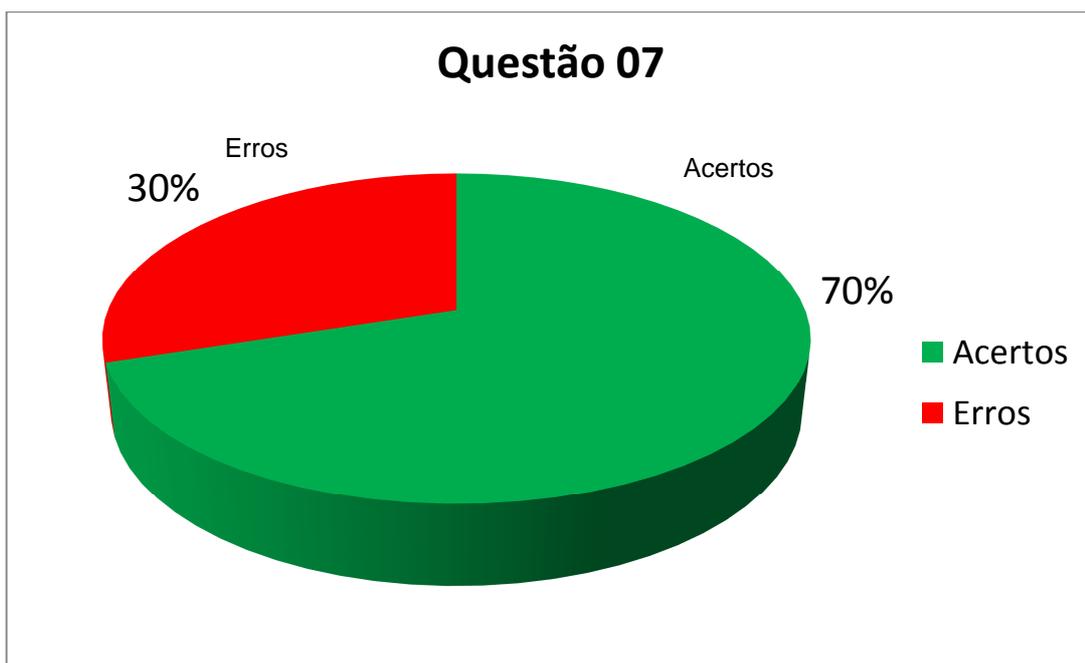


Figura 22 - Porcentagem de acerto e erro depois da discussão em pares.

Na questão, pode-se analisar que o ganho com a aplicação do método *Peer* foi de 0,44, já que, inicialmente, 46% dos alunos acertaram e depois o acerto ficou em 70%. Já na última questão, o primeiro acerto ficou acima de 75%, não sendo necessária, portanto, a aplicação do método PI. Sendo assim:

$$g = \frac{0,7 - 0,46}{1 - 0,46} = 0,44$$

Na questão 07, podemos perceber que três alunos, após a discussão, mudaram suas concepções para a alternativa correta e os demais permaneceram com a mesma concepção sobre o comportamento das cargas elétricas. O gráfico da Figura 23 mostra as alternativas escolhidas antes e depois da discussão entre os pares.

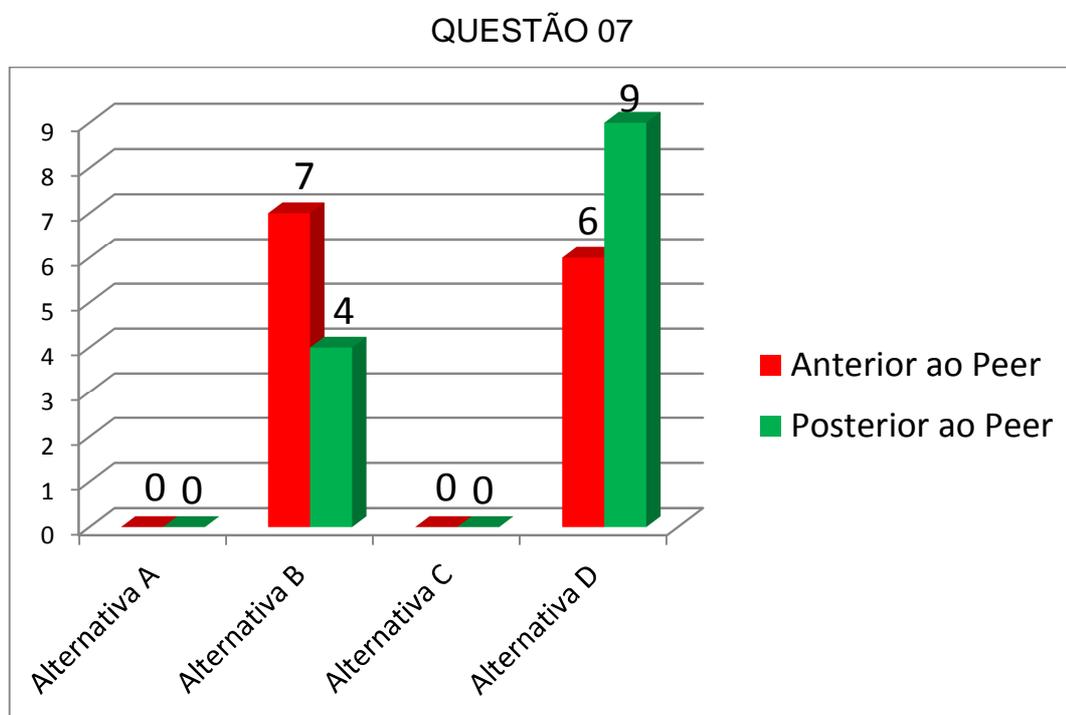


Figura 23 - Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos.

Na questão 08, descrita abaixo, não foi necessária a reaplicação do *Peer*, já que o número de alunos que assinalaram a alternativa correta corresponde a mais de 70%, como podemos analisar no gráfico da Figura 24. Uma questão similar já tinha sido trabalhada anteriormente, o que demonstra que, depois das discussões, os alunos conseguem aplicar o mesmo conceito a situações diferenciadas – resultado que pode intuir a eficácia do método.

Questão 08-Se tivermos um balão de borracha com uma carga positiva distribuída sobre sua superfície, podemos afirmar que.

- A) na região externa ao balão o campo elétrico é nulo.
- B) o campo elétrico é uniforme, com o mesmo módulo, tanto na região interna como na externa.
- C) na região interna existe um campo elétrico de módulo inferior ao campo elétrico na região externa.
- D) na região interna ao balão o campo elétrico é nulo.

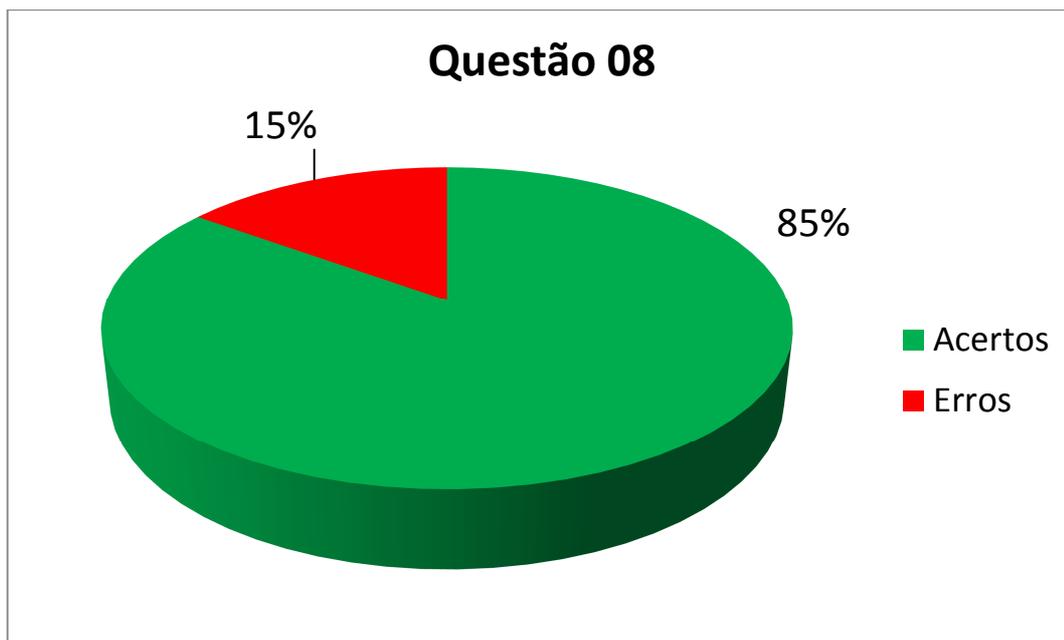


Gráfico 24: Porcentagem de acerto e erro antes da discussão em pares.

QUESTÃO 08

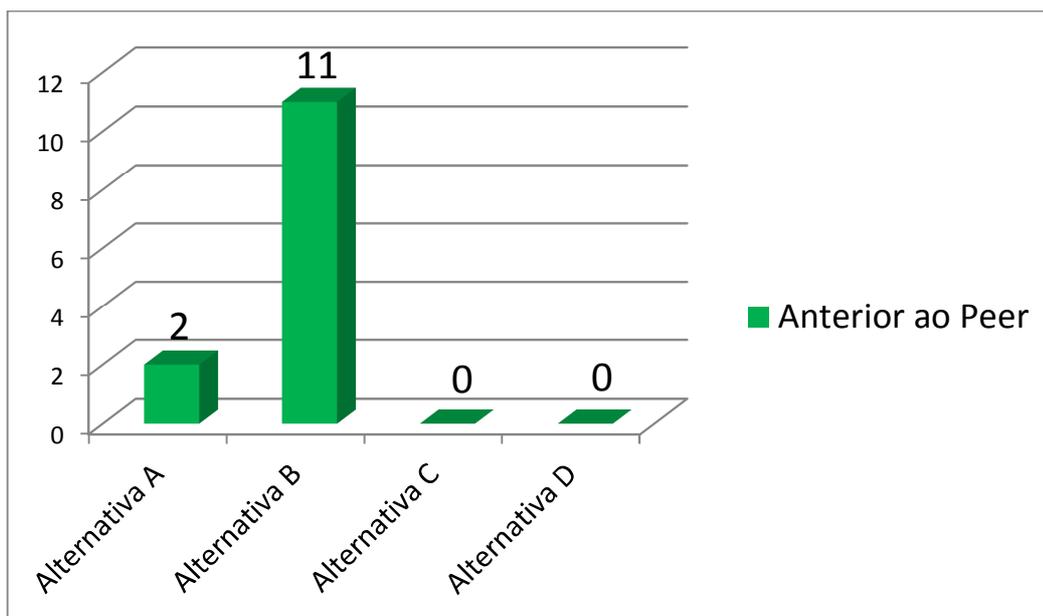


Figura 25- Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos.

A alternativa 'b' foi escolhida por 2 acadêmicos (como podemos observar no gráfico da Figura 25) que parecem ainda ter dificuldades em compreender a dinâmica do comportamento das cargas elétricas.

Podemos observar que a aplicação do método PI levou os alunos a um ganho médio de 0,64. Tal resultado não esgota as possibilidades para o processo ensino-aprendizagem mas pode apontar caminhos para incluir na rotina pedagógica momentos de reflexão. Detalhadas investigações devem ser

conduzidas para identificar as concepções alternativas para todos os conteúdos da Física e estender essa pesquisa para outras áreas, avaliando sua pertinência.

Os acadêmicos demonstraram entusiasmo nas discussões conceituais. No entanto, podemos analisar que, em determinados momentos os mesmos não queriam impor seu ponto de vista, talvez por receios em demonstrar a fragilidade de sua interpretação, afinal, essa metodologia não é usual em sua rotina do processo ensino-aprendizagem.

O método *Peer Instruction* mostrou possuir pontos positivos como a diversificação do ensino, de maneira que o aluno se centre como papel importante na aprendizagem; deste modo, o professor pode analisar quais são as concepções alternativas que seus alunos possuem.

Apesar da aparência positiva do método, podemos observar que alguns pontos tiveram que ser adaptados para o ensino brasileiro e, principalmente, regional. Diferentemente da postura demonstrada pelos acadêmicos que acompanham o método desenvolvido por Eric Mazur, os acadêmicos da UNESPAR ainda não possuem a consciência da necessidade da leitura pré-aula e tal ponto deve ser discutido e levantado por outros trabalhos, pois é uma mudança conceitual que deve ser revista. Essa negativa pode ser contornada com leituras realizadas em sala e com a mudança gradativa para a leitura extra-classe.

Outra questão igualmente importante é o sistema de respostas. O fato de utilizarmos cartões exige cuidados extras com a possibilidade de cópia das respostas entre os alunos. Assim, é indispensável a atuação e a análise do professor no processo, num movimento de vigília e conscientização.

A avaliação é outro aspecto crítico do processo, já que o professor deve observar as argumentações das respostas dadas pelo aluno e não apenas o certo ou errado em si. O acerto pode estar encobrindo uma concepção falsa e o erro pode apresentar elementos de uma interpretação adequada para um dado fenômeno.

Se há um caminho longo a ser percorrido pela busca da melhoria de qualidade do processo ensino-aprendizagem, a aplicação desse método apresentou índices positivos.

CONCLUSÃO

Os dados obtidos mostram que a aplicação do método *Peer Instruction*, no curso de Ciências Licenciatura da UNESPAR-Campus Paranaíba, é eficaz para o levantamento das concepções alternativas e a promoção da reflexão dos acadêmicos quanto aos conceitos de Física, assim como relatado na literatura. Os resultados apontaram que o ganho pré-teste e pós-teste teve índices entre 43% e 100%.

Além de promover a reflexão, o método permite avaliar as concepções alternativas dos acadêmicos e o levantamento dessas concepções mostrou –se necessário na prática social desenvolvida pelo professor, pois, a instalação da mesma pode suscitar o não aprendizado, que desencadeia a não mudança conceitual.

Apesar de acreditarmos que qualquer professor possa utilizar o método PI, ressaltamos sua importância nesse processo. É o professor que fará o levantamento das concepções dos seus alunos, apontará os textos pertinentes e elaborará as questões relevantes para conduzir o processo acrescentando ou retirando procedimentos no sentido de buscar a melhor dinâmica para sua turma em particular.

A qualidade de aplicação desse método está na qualidade da formação e informação do professor. Isso se justifica pela sua compreensão epistemológica e histórica das Ciências, do seu papel social e suas relações com o desenvolvimento político e econômico. No entanto, se, conforme já exposto, a conjuntura do desenvolvimento social e político favoreceu o domínio do capitalismo, em detrimento na produção do conhecimento para as massas e, o professor ainda não está preparado para compreender todo esse processo, nada o impede de aplicar novas dinâmicas metodológicas, já que as atuais mostram-se ineficientes. Então, apesar de termos atestado que os acadêmicos, futuros professores de Ciências e até mesmo professores de Física, não estão totalmente preparados, mostraram-se receptivos com o método PI enquanto alunos e, mostrando interesse em aplicá-lo em sala, quando professores.

Os alunos mostraram muitas concepções conceituais que podem prejudicar sua atuação como professores de Física, o que é bastante

preocupante. Isso porque no ensino fundamental, são necessários conceitos de Física e a falta de conhecimento na área pode acarretar a disseminação de concepções alternativas, reforçando as já presentes.

Diante da falta de um curso adequado para a preparação do acadêmico atuar como professor de Física na região de Paranavaí, fica evidenciada a necessidade de Cursos EAD para suprir a falta numérica de professores, ainda que não se acredite que a falta conceitual dos mesmos possa ser sanada por essa implementação.

REFERÊNCIAS

- ALVES, G. *Trabalho e Mundialização do Capital*. Londrina: Práxis, 1999.185p.
- ALARCÃO, I. *Professores reflexivos em uma escola reflexiva*. São Paulo: Cortez, 2011.
- ANTUNES, R. *Fordismo, Toyotismo e acumulação flexível* In: ANTUNES; R. *Adeus ao trabalho? Ensaio sobre a metamorfose e a centralidade do mundo do trabalho*. 4 ed. São Paulo: Cortez, 1997.p.13-38.
- ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: Uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem de Física. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.
- ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. A. *A Didática das Ciências*. Campinas: Papirus, 1990.
- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento* - Rio de Janeiro: Contraponto, 1996, 316 p.
- BACHELARD, G. *A filosofia do não*. (Os Pensadores). São Paulo: Abril Cultural, 1978. 98p.
- BARBOSA, A. C. C; CONCORDIDO, C. F. R. Ensino colaborativo em Ciências exatas. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v.2, n.3, p. 60-86, 2009.
- BARROS, A.; REMOLD,J.; SILVA, G.S.F.; TAGLIATI, J.R. Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF. *Rev. Bras. Ensino Física*, São Paulo, v.26, n. 1, p. 63-69, 2004.
- BARROS, A. B.; CARVALHO, A. M. P. A história da Ciência Iluminando o Ensino de Visão. *Revista Ciência & Educação*, v.5, n.1, p.83–94,1998.
- BASTOS, F. NARDI, R.; DINIZ, R. E. S. *Objecções em relação a propostas construtivistas para a educação em ciências: possíveis implicações para a constituição de referenciais teóricos norteadores da pesquisa e do ensino*. In: III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Atas... Atibaia: ABRAPEC, 2001.
- BATTISTEL, O. L.; FIGUEIREDO, J. E. de; OLIVEIRA, G. O. de; MENEGAT, T. M. C.; BULEGON, A. M. A solução de problemas e as concepções espontâneas em Física: uma estratégia de abordagem em dinâmica. In: *Anais do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física*: São Luis, 2007.
- BEZERRA, D.P. A evolução do ensino da física: perspectiva docente. *Scientia Plena*, v. 5, p. 2-8, 2009.

- BRASIL, Ministério da Educação. Censo da Educação Superior. Brasília, 2013.
- BRASIL, Ministério da Educação. *Estatísticas dos Professores no Brasil* (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, Brasília, 2003).
- BRASIL. MEC/SEF. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Ensino Fundamental, Brasília, 1998.
- BRAVERMAN, H. *Trabalho e Capital Monopolista: a degradação do trabalho no século XX*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1987.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL PEREZ, D. *Formação de professores de Ciências*. São Paulo: Cortez, 1993. 120 p
- CASTRO, R.S ; CARVALHO, A.M.P. *The historic approach in teaching: analysis of an experience*. Science Education, n° 4, p. 65-85, 1995.
- CASTRO, R.S. *História e epistemologia da ciência; Investigando suas contribuições num Curso de Física de Segundo Grau*. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- CHALMERS, A.F. *O que é ciência afinal*. Tradução: Raul Filker. São Paulo: Editora brasiliense, 1993. 210p.
- CHOZZOTI, A. *Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais*. 6ª.ed. São Paulo: Cortez, 2003.
- CROUCH, C.H.; MAZUR, E. *Peer Instruction: Ten years of experience and results*. American Journal of Physics, v.69, n.9, p.970-977, 2001.
- CUNHA, A., M., O. A mudança epistemológica do professor de Ciências e Biologia. *Educação e Filosofia*, v.17, n.33, p.93-110, 2003.
- DALFOVO, M, S; LANA, R, A; SILVEIRA, A. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. *Revista Interdisciplinar Científica Aplicada*, Blumenau, v.2, n.4, p.01-13, 2008.
- DUARTE; N. *Sociedade do conhecimento ou sociedade das ilusões? Quatro ensaios crítico-dialéticos em filosofia da educação/ Newton Duarte*. Campinas, SP: Autores Associados , 2008.107p.
- FAGEN, A.P, CROUCH, C.H, MAZUR, E. Peer Instruction: Results from a Range of Classrooms. *The physics teacher* , v. 40, p. 206-209, 2002.
- FAZENDA, I. (Org.). *O que é interdisciplinaridade?* São Paulo: Cortez, 2008.
- FEJOLO, T.B. *A Formação do Professor de Física no Contexto do PIBID: Os Saberes e as Relações*. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 2013.

FOLMER, V. *As concepções dos estudantes acerca da natureza do conhecimento científico: confronto com a experimentação*. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2007.

FORD, H. *Minha vida minha obra*. 2. ed. São Paulo: Freitas Bastos, 1964.

FREITAS, L. C.de. Em direção a uma política para a formação de professores. *Aberto*, v.12, n.54, p.3-22, 1992.

FRIGOTTO, G. Educação e Trabalho: bases para debater a Educação Profissional Emancipadora. *Perspectiva*, Florianópolis, v.19, n.1, p.71-87, 2001.

FRIGOTTO, G. *A formação e profissionalização do educador: novos desafios*. In: GENTILLI, P. e SILVA, T.T. da, (Orgs). Escola S.A. Brasília, CNTE, 1996.

FRIEDMANN, G. *O trabalho em migalhas*. São Paulo: Editora Perspectiva, 1972.

GAUTHIER, C. et al. *Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente*. Injuí: Editora Injuí, 1998.

GRAVINA, M.H.; BUCHWEITZ, B. Mudanças nas concepções alternativas dos alunos relacionadas a eletricidade. *Revista brasileira de ensino de física*, v.16, n. 1-4, p.110-119, 1994.

GARRIDO, E. ; CARVALHO, A. M. P. Discurso em sala de aula: uma mudança epistemológica e didática In: Coletânea 3ª Escola de Verão. São Paulo, FEUSP, 1995.

GIL PEREZ. D. New Trends in science education. *Internacional Journal Science Education*, v. 18, n. 8. p. 889-901, 1996.

GERALDI, Corinta Maria Grisolia. A formação inicial e continuada do Professor das séries iniciais da educação básica: principais problemas e perspectivas IN: Seminário Nacional de Formação do professor. MEC, agosto de 1994.

GERHARD, A.C.; ROCHA, J.B.F. A Fragmentação dos Saberes na Educação Científica Escolar na Percepção de Professores de Uma Escola de Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.17, n. 1, p. 125-145, 2012.

GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D. T. (Organizadores). *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GOMES, H. J. P.; OLIVEIRA, B. O. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. *Ciências & Cognição*, v. 12, p.96-109, 2007.

GOODSELL, A.; MAHER, M.; TINTO, V.; SMITH, B. L.; MACGREGOR, J. *Collaborative Learning: A Sourcebook for Higher Education*. University Park, PA: National Center on Postsecondary Teaching, Learning & Assessment, 1992.

HESTENES, D.; SWACKHAMMER, G. Force concept inventory, *Phys. Teach*, v. 30, p. 141–151, 1992.

JAMES, M. C. The effect of grading incentive on student discourse in Peer Instruction. *American Journal of Physics*, v. 74, n. 8, p. 689, 2006.

KHALICK, ABID-EL; LEDERMAN, N.G. Improving Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.

KRALSICHIK, M. Reformas e realidade o caso do ensino das ciências. São Paulo: *Perpectivas*, v. 14, p.85-93, 2000.

LAKATOS, I. *A lógica do descobrimento matemático: provas e refutações*. Tradução de Nathanael C. Caixeiro, Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978.

LAKATOS, I. History of Science and its Rational Reconstruction – *Boston Studies in the Philosophy of Science*, v. 8, p. 91-136, 1971a.

LAKATOS, I. Reply to Critics. In Buck & Cohen (eds.) 1971. In Memory of Rudolph Carnap - *Boston Studies in the Philosophy of Science*, v 8. Dordrecht: Reidel, 1971b.

LAKATOS, I. *Falsification and the Methodology of Scientific Research*, p. 8-101, 1970.

LARSY, N; MAZUR, E; WATKINS, J. Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American Association of Physics Teachers*, v.76, p.1066-1069, 2008.

LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Cortez, 1991.

LEONEL, Z. Para ler os clássicos: Lições de Montaigne. Intermeio. *Revista semestral do mestrado em educação da UFMS*, Campo Grande, MS, v.4, n.8, p.86-95, 1998.

LOPES, A. R. C. Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências. *Caderno Catarinense do Ensino de Física*, Florianópolis, v.13, n.3, p.248-273, dez. 1996.

LOPES, A. R. C. Bachelard o Filósofo da Desilusão. *Ensenanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 11, n.3, 1993.

LUCK, H. *Pedagogia interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos*. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 1994.

MACEDO, E. Ciência, tecnologia e desenvolvimento: uma visão cultural do currículo de ciências. In: LOPES, A. C. e MACEDO, E. (orgs.). *Currículo de ciências em debate*. Campinas: Papirus, 2004, p. 119-153.

MASSONI, N.T.; MOREIRA, M.;A. Visões epistemológicas contemporâneas. Rio Grande do Sul: Instituto de Física. UFRGS, 2011.103p.

MATURANA, R, H. Ontologia da realidade. Belo Horizonte: UFMG, 1997.

MELO, A. C. S. Contribuições da Epistemologia Histórica de Bachelard no Estudo da Evolução dos Conceitos da Óptica. 198f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica)- Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2005.

MENEZES, Luis. C. Uma Física para o novo Ensino Médio. *Revista Física na Escola*, v.1, nº 1,2000.

MILLAR, R. Constructive criticisms. *International Journal of Science Education*, v.11, n. 5, p.587-596, 1989.

MORTIMER, E.F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: Para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, v.1, n.1, p.20-39, 1996.

MORESI, E. *Metodologia de Pesquisa*. Brasília, 2003.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Integração curricular por áreas com extinção das disciplinas no Ensino Médio: Uma preocupante realidade não respaldada pela pesquisa em ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 36, n. 1,p.2-8, 2014.

MULLER, M, G. Metodologias interativas de ensino na formação de professores de Física: Um estudo de caso com o *Peer Instruction*. 226f. Dissertação (Mestrado em ensino de Física)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MÜLLER, M.G. Implantação do método de ensino *Peer Instruction* com o auxílio de computadores no projeto UCA em aulas de Física do Ensino Médio. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 29, n. Especial 1, p. 491-524, set. 2012.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H.L.; MENDONÇA, V.M. O Ensino de Ciências no Brasil: História, Formação de Professores e Desafios Atuais. *Revista HISTEDBR On-line, Campinas, n.39, p. 225-249, 2010.*

NEVES, Marcos C. D. *Memórias do invisível: uma reflexão sobre a história no ensino de física e a ética da ciência*. Maringá: LCV edições, 1999.

NÓVOA, Antonio (org.). *Profissão professor*. Porto: Porto Editora, 1992.

NUSSBAUM, J. Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*, Londres, v. 11, special issue, p. 530-40, 1989.

PARANÁ. Diretrizes Curriculares da Educação Básica. Paraná, 2008.

PASQUALINI, J.C.; MAZZEU, L.T.B. Em defesa da escola: uma análise histórico-crítica da educação escolar. *Educação em revista*, Marília, v.9,p.77-91, 2008.

PEREIRA, D.R. Ensino de física no nível médio: tópicos de física moderna e experimentação. *Revista Ponto de Vista*, vol. 3, 2009.

PIEKARZ; A. H. et al. *Adaptação e validação de um teste diagnóstico de concepções espontâneas em mecânica*. In: *Simpósio Nacional de Ensino de Física, XV, Curitiba, 2003. Anais...SNEF, Curitiba, 2003, p 542-551*.

PIMENTA, Selma Garrido. *Saberes pedagógicos e atividade docente*. São Paulo: Cortez 1999.

POPPER, K, R. *A Lógica e a Evolução da Teoria Científica*. In: *A Vida é Aprendizagem*. Epistemologia Evolutiva e Sociedade Aberta. Lisboa, Edições 70, 2001.

POPPER, K, R. *A sociedade aberta e seus inimigos*. São Paulo: EDUSP, 1987.

POPPER, K, R. *A lógica da Pesquisa Científica*. São Paulo: Editora Cultrex, 1985.

POSNER, G. et al. Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, Nova York, v. 66, n. 2, p. 183-200, 1982.

POZO, J. I. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ROBERTO; V. E. *A aprendizagem ativa em ótica geométrica: experimento e demonstrações investigativas*. 141f. Dissertação (Mestrado-Física Aplicada)-Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

ROSA, C. W. ; ROSA, A.B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. *Revista Iberoamericana de Educação*, v.2, n.58, p.2-24, 2012.

ROSA, C. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, nº 1, 2005.

RUFATTO, C. A; CARNEIRO, C; C. A concepção de Ciência de Popper e o ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 2, p. 269-289, 2009.

RUIZ, A. I.; RAMOS, M. N.; HINGEL, M. *Escassez de professor no ensino médio: propostas estruturais e emergenciais*. Relatório produzido pela Comissão Especial (CNE/CEB), 2007.

RUTZ, S.C.; GALLERA, J.M.B.; HORNES, A. A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE FÍSICA. In: I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Atas... Ponta Grossa, UFTPR, 2009.

SACRISTAN, J. G. A educação que temos, a educação que queremos. In: IMBERNON, Francisco (org.). *A educação do século XXI: os desafios do futuro imediato*. Porto Alegre: Artemed, 2000.

SANTOMÉ; J. T. *Globalização e Interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.267p.

SANTOS; N; B. A Aprendizagem segundo Karl Popper e Thomas Kuhn. *Revista do Serviço de Psiquiatria do Hospital Fernando Fonseca*, p.62-74, 2012.

SANTOS, P.O; BISPO, J.S; OMENA, M.L.R.A. O ensino de Ciências Naturais e Cidadania sob a ótica de professores inseridos no programa aceleração de aprendizagem da EJA-Educação De Jovens E Adultos. *Ciência & Educação*, v.11, p.411, 2005.

SAVIANI, Demerval. *Pedagogia histórico- crítica e a luta de classes na educação escolar*. Campinas SP: Autores associados, 2012.

SAVIANI; D. Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos. *Revista Brasileira de Educação*, v 12, n.34, p152-180,2007.

SAVIANI, D. *Pedagogia histórico crítica: primeiras observações*. 10 ed. Campinas SP: Autores associados, 1994.

SCHNETZLER, R.P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química nova*, v.25, p. 14-24, 2002.

SILVA. O. H. M; NARDI; C. E. L; LABORÚ, C. E. Uma estratégia de ensino inspirada em Lakatos com instrução de racionalidade por uma reconstrução racional didática. *Ensaio*, v. 10, n. 1, p. 1-18, 2008.

SILVEIRA; F. L. A Filosofia de Karl Popper e suas Implicações no Ensino de Ciências. *Cad. Cat. Ens. Fís*, v. 6, n. 2, p 148-162, 1989.

SILVEIRA; F; L. A. A Filosofia de Karl Popper: O Racionalismo Crítico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.13, n.3, p.197-218, 1996.

SMITH, A. *A riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas*. 3. ed. São Paulo: Nova Cultura, 1988.

SOLBES, J. ; TRAVER, M. Resultados Obtenidos Introduciendo Historia de la Ciencia en las Clases de Física y Química: Mejora de la Imagen de la Ciencia y

Desarrollo de Actitudes Positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 19, nº1, p. 151-162, 2001.

SOUZA, F, C, L. *Esvaziamento do Conhecimento Científico Sofrido pelo Professor. Entendimento das origens e do processo de sua produção no contexto social*. 179 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2011.

SOUZA, W.C. Formação de Professores: Esvaziamento de uma prática ou uma prática esvaziada. *Revista Educação e Mudança*, n. 16/17, p.99-104, 2005.

TARDIF, M. Saberes Profissionais dos professores e conhecimentos universitários. *Revista Brasileira de Educação*. Rio de Janeiro, n.13, p.5-24, 2000.

TAYLOR, F, W. *Princípios da administração científica*. Traduzido por: Arlindo Vieira Ramos. 8. ed. São Paulo: Atlas, 1990.103p.

VILLANI, A. Idéias espontâneas e ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 11, n. 1, p.130-131, 1989.

VYGOSTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. 2. ed. São Paulo: Martins, 1999.

WAISELFISZ, J. , J. O ensino das ciências no Brasil e o PISA. 1. ed. São Paulo: Sangari Brasil, 2009.

WATKINS, J. MAZUR, E. Retaining Students in Science Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Majors. *Journal of College Science Teaching*, v. 42, n. 5, p. 36-47, 2013.

ZANET; J. Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. *Suplemento*, v.13, p.55-70, 2006.

ANEXOS

	<p>FACULDADE ESTADUAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E LETRAS DE PARANAÍ RECONHECIDA PELO GOVERNO FEDERAL, CONFORME DECRETO Nº 69.599 DE 23/11/1971 - CGC (MF) 80 904 402/0001-50.</p> <p>Campus Universitário "Frei Ulrico Goevert" - Av. Gabriel Esperidião, s/nº - Telefone (044) 423-3210 Fax 423-2178 Caixa Postal, 306 - CEP 87.703-000 – e-mail: fafipa@fafipa.br - PARANAÍ - PARANÁ</p>	
<p>Curso: Ciências Licenciatura Plena</p>		
<p>Disciplina: Física III</p>		<p>Código: DCI-14-04</p>
<p>Colegiado: Ciências Físicas e Biológicas</p>		<p>Ano Letivo: 2014</p>
<p>Carga Horária:</p>		<p>Periodização:</p>
<p>Semanal</p>	<p>Anual</p>	<p>Série</p>
<p>04</p>	<p>136</p>	<p>4^a</p>
<p>Professor (a) Responsável: Shalimar Calegar Zanatta</p>		
<p>Ementa: - Eletricidade. Magnetismo. Ondulatória. Noções de Física Quântica.</p>		
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver o espírito de observação; • Relacionar os fenômenos do cotidiano com os ensinamentos teóricos; • Realizar práticas com material disponível no laboratório ou com material do dia-a-dia. 		
<p>Metodologia de Ensino:</p> <p>Os conteúdos de ensino serão trabalhados de modo contextualizado afim de promover uma aprendizagem significativa, através de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aulas expositivas; - Atividades experimentais; - Trabalhos de pesquisa. 		
<p>Recursos Didáticos:</p> <p>Recursos tecnológicos de informação e comunicação; Equipamentos e materiais de laboratório de Física.</p>		
<p>Interdisciplinaridade:</p> <p>Relação com a Matemática na resolução de problemas, com português na interpretação de textos; com a história situando a época das grandes descobertas científicas (Galileu, Newton, Einsten, etc...), com a Química no estudo</p>		

dos gases e físico químico; com a Geografia nas noções de astronomia e gravitação.

Avaliação:

- Provas;
- Práticas de laboratório;
- Trabalhos de pesquisa.

Conteúdo Programático**1. Eletricidade:**

- 1.1 Eletrização – Carga elétrica – Lei de Coulomb – Indução Eletrostática;
- 1.2 Campo elétrico;
- 1.3 Potencial elétrico;
- 1.4 Trabalho da força eletrostática;
- 1.5 Capacitância de um Condutor;
- 1.6 Eletrodinâmica, Corrente elétrica e resistores Leis de Ohm Associação de resistores;
- 1.7 Gerador elétrico em circuitos;
- 1.8 Receptor elétrico em circuitos;
- 1.9 Medição de grandezas elétricas;
- 1.10 Capacitores.

2. Eletromagnetismo:

- 2.1 Ímãs – Campo magnético – Vetor indução magnética;
- 2.2 Campo magnético de correntes;
- 2.3 Partícula eletrizada imersa num campo magnético;
- 2.4 Condutor percorrido por corrente elétrica e imerso num campo magnético;
- 2.5 Indução eletromagnética - Lei de Lenz - Lei de Faraday - Neymann;
- 2.6 Transformador de tensão;
- 2.7 Ondas eletromagnéticas.

3. Ondulatória:

- 3.1 Definição – Classificação – Ondas mecânicas – Pulso e trem de ondas Ondas uni, bi e tridimensionais – ondas transversais e longitudinais;
- 3.2 Ondas periódicas e unidimensionais;
- 3.3 Ondas periódicas bi e tridimensionais;
- 3.4 Som;

<p>3.5 Superfície e raio de onda;</p> <p>3.6 Velocidade das ondas mecânicas – Velocidade de uma onda transversal em um fio;</p> <p>3.7 Ondas eletromagnéticas – O espectro eletromagnético – Raio Laser;</p> <p>3.8 Raios α, β e cósmicos;</p> <p>3.9 Potência e intensidade de uma onda;</p> <p>3.10 Equação de uma onda unidimensional;</p> <p>3.11 Reflexão de refração de ondas.</p> <p>4. Noções de Física Quântica:</p> <p>4.1 Teoria da gravitação ontem e hoje;</p> <p>4.2 A dinâmica das altas velocidades;</p> <p>4.3 O transcorrer do tempo segundo Einstein;</p> <p>4.4 Luz, onda ou partícula?</p>
<p>Bibliografia Básica:</p> <p>_____. <u>Imagens da Física</u>.</p> <p>SHAUM, Física.</p> <p>SHAUM, Física Geral.</p>
<p>Bibliografia Complementar:</p> <p>GREFF: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. <u>Física III</u>. São Paulo: EDUSP, 1998.</p> <p>EINSTEIN, A. & INFELD, L. <u>A Evolução da Física</u>. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 1988</p> <p>OREAR, Jay. <u>Física Programada</u>. Rio de Janeiro: Livro Técnico e Científico Ltda., 1972.</p> <p>RESNICK, R. & HALLIDAY, D. <u>Física</u>. Parte II. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., 1966.</p> <p>SEARS & ZEMANSKY. <u>Física</u>. Vol. III. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A.; Brasília: Ed. UNB, 1973.</p> <p>SEARS, ZEMANSKY & YOUNG. <u>Física III</u>. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e</p>

Científicos

S.A., 1984.

TIPLER, P. A. Física para cientistas e engenheiros. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e

Científicos Editora S.A., 1995.

Aprovado pelo Colegiado de Curso em, 06/03/2012.

Shalimar Calegar Zanatta
Professor Responsável

Marilene Mieko Yamamoto Pires
Coordenadora do Curso

APÊNDICE

Resultados da pesquisa sobre o perfil dos alunos

Como já descrito, um questionário semiestruturado de cunho qualitativo foi aplicado entre os acadêmicos do curso de Ciências – Licenciatura Plena no sentido de avaliarmos suas concepções acerca do exercício do magistério, principalmente a possibilidade de atuação na disciplina de Física. Além disso, apresentamos e aplicamos um método de ensino denominado *Peer Instruction* ou PI para avaliarmos as possíveis concepções alternativas que os acadêmicos possuem sobre os conceitos da eletrostática – eletrodinâmica. As discussões sobre as respostas para o questionário e os resultados quantitativos da aplicação do PI são discutidos abaixo.

Nossa amostra é composta por 16 indivíduos que se formaram no final do ano de 2014 como professores de Ciências do Ensino Fundamental II. O baixo número de participantes representa o alto índice de evasão que os cursos de licenciatura, em geral, vêm apresentando. Fato conhecido para todos os cursos de licenciatura no Brasil, na UNESPAR, não é diferente. Outra questão relevante que deve ser mencionada é permanência do professor na sala de aula. É possível que o acadêmico termine um curso de licenciatura e não consiga permanecer no magistério, atuando como professor. Apesar de acreditarmos que há necessidade de uma pesquisa detalhada para traçar o perfil das causas que justificam esse alto índice de evasão ou de desistência da carreira docente – se é que há alguma particularidade da região – além dos motivos citados na literatura, não é objetivo deste trabalho discutir estes temas em específico. No entanto, quando a pergunta do questionário foi sobre como eles se sentem com relação ao preparo que o curso oferece para atuarem como professores, 18,75% responderam que não se sentem preparados por falha na estrutura da disciplina de Estágio Supervisionado. Eles citaram que a carga horária dessa disciplina é insatisfatória e mal distribuída.

Por outro lado os 81,25% que se consideram preparados para exercer a profissão concordam com os 18,75%, que a observação e regência (atividades praticadas nas aulas da disciplina de estágio supervisionado) são metodologias eficazes para a preparação do acadêmico ao exercício da docência. A questão crucial que diferiu os dois grupos foi a carga horária da disciplina. Nesse

sentido, foi unânime a citação do projeto PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) como uma metodologia eficaz na formação do professor. “[...] o contato com o meio escolar que vamos atuar posteriormente ocorreu de forma tardia. Alguns projetos como o PIBID proporcionam isso antecipadamente, mas não faz parte do currículo e nem todos podem participar”. (Aluno B).

O estágio supervisionado faz parte do currículo apenas a partir do terceiro ano de graduação e os alunos acreditam que esse contato deveria ocorrer desde o início da graduação para os que não se adaptassem à profissão pudessem ter outras oportunidades de escolha.

Percebemos claramente que uns precisam de mais apoio do que outros para se sentirem seguros, e essa segurança é essencial para exercerem a profissão, como será observado posteriormente.

Um fato marcante foi de os acadêmicos afirmarem que a graduação é apenas uma etapa do aprendizado para a sua formação e que grande parte do conhecimento será adquirida com a experiência. Vejamos algumas falas transcritas na íntegra:

“Acredito que até certo ponto a graduação nos preparou, a partir daí somente a prática após a graduação nos formará professores. Em minha opinião o que mais somou para a minha formação foram os estágios.” (Aluno A).

“[...] o verdadeiro domínio de conteúdo teremos apenas realmente quando formos para a escola”. (Aluno C)

Analisando as falas da turma, podemos pensar que, por um lado essa crença é positiva, porque o professor realmente deve se atualizar e se capacitar o tempo todo; por outro, ela pode comprometer a qualidade do processo ensino aprendizagem dos alunos enquanto acadêmicos. Portanto, trata-se de uma crença que deve ser analisada e discutida a exaustão. Isso porque eles podem não se predispor ao aprendizado dos conteúdos que são oferecidos pelos professores durante o ano letivo por acreditarem que o conhecimento significativo virá com o exercício da profissão. Em particular, ressalta-se que os conteúdos previstos nas três ementas das disciplinas de Física, para o curso de Ciências (veja anexo), são pilares da construção do conhecimento, ou seja, são básicos e fundamentais. Um bom professor deve

sair do seu curso de graduação com alicerces para continuar seu conhecimento ao longo da sua carreira profissional.

Por outro lado, nossa experiência tem mostrado que, depois de graduado, o jovem profissional entra na área da educação e não recebe uma boa orientação do seu trabalho. Além disso, as formações continuadas não apresentam conteúdos que acrescentem crescimento profissional. Como resultado, o profissional que sai das universidades sem uma formação completa, acaba continuando assim por muito tempo. Diante dessa situação, fica evidente a necessidade de mais pesquisas para se conhecer e debater os paradigmas vigentes entre os acadêmicos de cursos de licenciatura. Parece que aquele velho discurso das escolas, que o professor deve contextualizar os conteúdos com a vida do aluno e por estar tão estanque dificulta o processo de aprendizagem também está relacionado com a conduta dos acadêmicos. Eles acreditam que os conteúdos estudados são desnecessários para sua prática docente.

Ao serem questionados sobre a pretensão de exercerem a profissão, os números mostram que os que se sentem preparados, pretendem ser professores (81,75%) e aqueles que não se sentem preparados (18,75%) não pretendem. Apesar de a maioria desejar atuar como professor, o resultado ainda é preocupante. A porcentagem de 18,75% para a nossa amostra representa 03 alunos entre o total de 16 que não querem exercer a profissão. Somando esse índice ao índice de evasão, teremos em muito breve um colapso do sistema educacional. Se temos dificuldades para manter o acadêmico no curso, pelo menos, deveríamos ter uma aproveitamento de 100%. Daí a importância de as universidades manterem um diálogo com seus acadêmicos dos cursos de licenciaturas para criar mecanismos que contemplem as necessidades de todos.

“O meu sonho é ser professor, por isso, estou me formando em Licenciatura”. (Aluno D).

“Sempre me identifiquei com o ato de ensinar.” (Aluno J).

Os graduandos demonstram em algumas falas que conheceram a realidade da escola pelo estágio supervisionado e compreenderam quanto é difícil ser professor, mas que entendem o seu papel para uma boa educação e para o sucesso do aluno.

“[...] com os estágios percebi que atualmente está difícil lecionar e que muitos abandonam a profissão. Porém, gostaria de fazer a diferença e ser uma professora que interaja com os alunos, os fazendo aprenderem por meio dos conceitos, os fascinando pelo conteúdo”. (Aluno E)

“Hoje a educação não é mais como antes, o desinteresse dos alunos e a falta de respeito com o professor é grande”. (Aluno F).

Observa-se que os alunos entendem que a situação da educação brasileira não vai ser resolvida por um único professor que acredita no que faz, já que depende da melhoria das políticas públicas, boa gestão de recursos, pessoas, capacitação dos recursos humanos que atuam na área, entre outros, mas podemos considerar que encontrar pessoas que ainda acreditam na educação e no seu papel como professores é confortante.

“Quero ser professora porque acredito que somente a educação é a única forma integralmente eficaz de modificar a realidade das pessoas”. (Aluno B).

O que se percebe na fala dos alunos, é que ainda existe para eles uma visão de que a profissão de professor é uma missão, algo quase que épico e utópico.

“[...] Pretendo ensinar alunos com o melhor de mim, para que eles sempre se lembrem de minhas aulas.” (Aluno G).

A admiração à profissão em que se pretende atuar é essencial, “Pretendo sim ser professora. Pois, admiro a profissão.” (Aluno H).

Diversamente, quando foram questionados sobre dar aulas de Física, a satisfação em ser professor cedeu lugar ao medo e à repulsa. É digno de nota que o curso de Ciências objetiva formar professores de Ciências e não de Física. Portanto, é obvio que eles não queiram atuar nesta área e não se sintam preparados para este fim. No entanto, a realidade regional é que são esses licenciados que assumem as aulas de Física e, muitas vezes, de Química em função da escassez desses profissionais. Podemos citar ainda que no nono ano do ensino fundamental, os conteúdos de Ciências abordam vários conceitos de Física. Será que esses acadêmicos se sentem preparados para estas aulas? Quais as consequências, para a disciplina de Física, quando os professores de Ciências não gostam ou não dominam o conteúdo? Tais questões merecem atenção especial por parte dos pesquisadores. É fato

conhecido pela literatura vigente que a Física é a disciplina mais problemática entre os estudantes do Ensino Médio. Eles não gostam e, conseqüentemente não a compreendem. Considerando que o desenvolvimento econômico de um país está intimamente relacionado com o desenvolvimento tecnológico, onde os conceitos estabelecidos pela Física figuram como um dos papéis de protagonista, mudar esta situação é essencial para o crescimento do país. Por outro lado, quando questionados se gostariam de ser professores de Física, 62,5% dos entrevistados alegaram que não gostariam.

“Não, minha paixão é Química, Física sempre me deu pavor.” (Aluno M).

“Não tenho vontade de lecionar Física” (Aluno I).

“Não, pois não domino o conteúdo.” (Aluno L).

Dentre os 38,5% alunos que disseram que poderiam lecionar Física, 50% deles deixaram claro que esta seria a sua última opção.

“Se caso um dia resolver lecionar, Física seria a minha última opção.” (Aluno N).

“Não me negaria ser professor de Física, mas me identifico com outras disciplinas.” (Aluno C).

Nas declarações dos acadêmicos, ficou evidente uma negação em relação aos conteúdos de Física.

Se a aversão pela disciplina de Física justifica a baixa qualidade do seu ensino e, portanto, a aversão dos estudantes, conforme relatada em artigos de divulgação científica, diferentemente da disciplina de Ciências, esta deveria apresentar melhores resultados. No entanto, não é o que os indicadores mostram. As posições baixíssimas do país no PISA, como por exemplo, mostram o mau desempenho dos alunos nas áreas de Ciência da Natureza, em geral.

Os acadêmicos também foram questionados sobre quais as possíveis metodologias eficazes para o ensino de Física. Ou seja, como seria uma boa aula de Física ou como ela deveria ser ministrada. As respostas sempre contemplavam metodologias empiristas. Veja abaixo:

“A aula de Física tem que ser com experimentos, demonstrações, baseando-se no cotidiano.” (Aluno P).

“[...] As aulas devem ser ministradas com práticas no laboratório, levar o dia-a-dia do aluno para sala de aula.” (Aluno O).

Ao analisarmos as falas dos futuros professores, podemos afirmar que eles acreditam que a experiência vai sanar as dúvidas de seus alunos. Eles acreditam que a elaboração e execução de um experimento considerado chave é o segredo para a boa qualidade das aulas de Física. No entanto, as pesquisas no ensino de Física mostram que tal crença, apesar de bastante difundida entre os professores, é falsa. Não é a atividade experimental por si só que auxilia no processo ensino-aprendizagem mas, sim, as reflexões que ela poderia permitir que o aluno fizesse. O ensino pautado em reflexões possui como objetivo levar o aluno à tomada de consciência de suas próprias definições conceituais e substituí-las pelas concepções aceitas pela comunidade científica vigente.

Diante do levantamento do questionário, podemos observar que os acadêmicos do quarto ano de Ciências Licenciatura da UNESPAR- campus Paranavaí, apesar de possuírem a possibilidade de trabalhar a disciplina de Física na região não apresentam apreciação pela mesma.

Autorização

Eu _____ aluno

(a) do _____, autorizo a Mestranda Bruna Marques Duarte a publicar as observações realizadas por ela nas aulas de Física.

Os acessos aos dados coletados ficam restritos à mestranda e a sua Orientadora, Shalimar Calegari Zanatta.

Assinatura