

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

*PEER INSTRUCTION: DISCUSSIONS THAT PERMEATE THE REFLECTIVE FORMATION AND THE SCIENCE TEACHING*

Shalimar Calegari ZANATTA<sup>1</sup>  
Hercilia Alves Pereira CARVALHO<sup>2</sup>  
Bruna Marques DUARTE<sup>3</sup>

### **Resumo**

Este trabalho apresenta os resultados da aplicação de um método de ensino pautado no *Peer Instruction*. Trata-se da adaptação, descrição e aplicação de uma metodologia para o ensino de Física com acadêmicos do último ano da licenciatura de Ciências - Licenciatura plena da UNESPAR - campus de Paranavaí. Como parte integrante deste, apresentamos e discutimos resultados divulgados pela literatura pertinente sobre o *Peer Instruction*, idealizado pelo professor Eric Mazur da universidade de Harvard. A essência do método foi identificar as concepções alternativas dos acadêmicos e confrontá-las com as concepções compartilhadas pela comunidade científica. 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 e o ganho obtido foi calculado, conforme apresentado pelo autor do método. A análise dos resultados permite considerar que o método pode ser empregado para promover o processo de formação reflexiva dos futuros professores.

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

### **Abstract**

This paper presents the results of the application of a teaching method based on *Peer Instruction*. This article is about the adaptation, description and application of a methodology in the teaching of Physics with undergraduate students from the last year of Teaching Science college – Major teaching of UNESPAR – Paranavaí's campus. We explain and discuss the results which were announced by the literature of the *Peer Instruction*, idealized by Eric Mazur educator at Harvard University. The essence of the method is to confront the conceptions of common sense that students have versus the conceptions from the scientific community. The research is conducted by field work, with a quantitative and qualitative aim, furthermore the collection of data was formed

---

<sup>1</sup> Professora na Universidade Estadual do Paraná –Paranavaí professora no – PPIFOR - Mestrado em Ensino: Formação Docente Interdisciplinar e no MNPEF – polo UEM; doutora em Física pela Universidade Estadual de Maringá; shalicaza@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Professora na Universidade Federal do Paraná – Jandaia do Sul e no MNPEF – polo UEM; doutora em Física pela Universidade Estadual de Maringá; hercilia@ufpr.br.

<sup>3</sup> Professora na Escola Estadual do Barão de Lucena e no Colégio São Vicente de Paula; mestre pelo PPIFOR- Mestrado em Ensino: Formação docente Interdisciplinar – UNESPAR –Paranavaí.

by the application of a survey and observations. The results analysis is represented through graphics which displays the percentage of positive points before and after the application of the method, as a consequence the achievement is calculated with these information, like was presented by the method author. The analysis of the results provide the allowance to consider that the method can be used to promote the reflective formation process of future teachers.

**Keywords:** Peer Instruction, Alternative conceptions, Science Teaching.

### **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 de toda 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 verdades provisórias que vão se revelando e interagindo 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? 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 Brasil ainda não encontrou o caminho que aponte a direção a essa questão. 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 é estudante de 15 anos.

Se por um lado, esses dados são questionáveis e podem não representar a realidade brasileira, até porque o Brasil é um país extenso e heterogêneo, não deixa de ser um parâmetro de comparação entre outros países participantes. O fato é que os resultados obtidos indicam que o assunto deve ser discutido à exaustão por professores, pais, alunos e governantes. Afinal, a qualidade do ensino está diretamente relacionada com a qualidade do desenvolvimento sustentável, econômico e social da sociedade.

Por outro lado, o processo educacional no Brasil sempre esteve atrelado às políticas públicas de governo com forte influência das políticas neoliberais, contrapondo aos interesses sociais e pedagógicos. Desta maneira, o professor é

utilizado como dispersor de ideologia do estado, prestando serviços a uma cadeia de interesses, cujo foco não é o aluno.

Neste contexto ideológico, cabe ao professor buscar a melhoria da qualidade de ensino a revelia. Neste trabalho, aplicamos um método próprio, aqui descrito, embasado no método do professor Eric Mazur, denominado *Peer Instruction* (PI) ou na tradução livre, Instrução por Pares.

De acordo com o *Peer Instruction* existe um rol de questões (*ConcepTest*) as quais objetivam confrontar as concepções alternativas dos alunos com as concepções partilhadas pelos cientistas. De acordo com as pesquisas no Ensino de Física, os alunos não abandonam suas concepções alternativas, mesmo quando adquirem novas. Assim, de acordo com os resultados divulgados na literatura é possível haver duas Físicas na consciência dos alunos: uma construída pelo senso comum (concepções alternativas) e a outra transmitida pelo professor e ambas quase nunca se chocam ou entram em conflito, mesmo se tratando do mesmo assunto. Por isso, há necessidade de levar o aluno ao conflito entre suas duas físicas, para que a partir daí construa uma única teoria que possa ir ampliando com o tempo. É neste contexto que o Método *Peer Instruction* se mostra eficaz.

Resultados divulgados na literatura científica apontam que este procedimento aumenta o nível de compreensão do aluno, pelo simples fato dele ter que confrontar suas teorias fenomenológicas com as teorias de seus colegas.

### **O Método *Peer Instruction***

No *Peer Instruction* (PI) o professor aponta um tema que dever ser lido por todos os estudantes antes da aula (CROUCH; MAZUR, 2001). Já na sala de aula, o professor projeta uma questão conceitual, que envolve o tema lido, com 5 alternativas. Os alunos escolhem a alternativa que acreditam ser a correta. Através de um instrumento conhecido por clikers o professor tem acesso a distribuição porcentual das alternativas escolhidas. Se o acerto estiver entre 35% e 70%, os alunos sentarão em duplas para responderem a mesma questão depois de discutí-la por 3 minutos para chegarem num consenso (Müller, 2012).

Se o porcentual de acerto for inferior a 35%, o professor deve retomar a explicação dos conceitos envolvidos na questão, reaplicando novamente os exercícios após a retomada.

No caso do índice ser superior a 70%, o professor passa para a próxima questão, dentro do mesmo conteúdo.

O organizador deste Método, Eric Mazur, constatou que os alunos que respondem corretamente possuem mais argumentos para convencer seus colegas. Isso significa que o índice de acerto sempre sobe quando acontece a discussão com os pares. É possível observar que um índice de 35% , após a discussão, aumente para 50% (CROUCH; MAZUR, 2001).

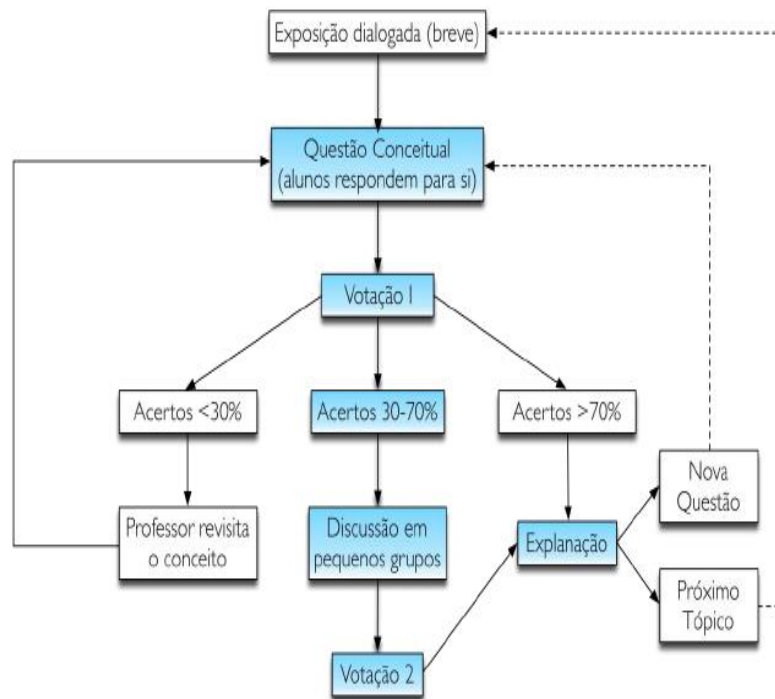
Mazur estabeleceu um cálculo para aferir esse crescimento. Trata-se de uma média dada por:  $g = \frac{Sf - Si}{1 - Si}$  , onde g representa o ganho e está relacionado com os índices de porcentagem de acerto antes Si, e depois Sf da discussão dos pares.

É interessante observar que este 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 esse método criativo e instigador.

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-se como uma boa possibilidade na concretização do ensino.

A Figura 1 representa um diagrama esquemático da dinâmica do método PI, conforme apresentado por Araujo e Mazur (2013).

**Figura 1**– Diagrama esquemático do Método PI

**Fonte:** Araujo e Mazur, 2013.

O método *Peer Instruction* pode ser categorizado como um método de ensino colaborativo.

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, 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, 2009).

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.

Para Barbosa (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.

### **O perfil da amostra**

A pesquisa realizada neste trabalho é de campo, a coleta de dados foi realizada por meio de questionário e observações. O questionário foi de perguntas abertas, para a análise do perfil da amostra de estudos e suas perspectivas 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.

O método utilizado se baseou nos princípios do método PI e foi aplicado no quarto ano de Ciências - Licenciatura Plena da UNESPAR (Universidade do Estado do Paraná). Apesar do número reduzido de acadêmicos, dezesseis (16), é uma amostra que representa os futuros professores de Ciências da região, inclusive para a disciplina de Física. Além disso, fazem parte da última turma do referido curso. Nossa experiência pessoal revela que a maioria dos professores que atuam no Ensino Médio na disciplina de Física são os licenciados em Ciências da 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.

### **A aplicação do método**

Foi utilizado um método baseado no PI, porém a leitura sobre os conceitos físicos trabalhados (Eletricidade) foi realizada em sala de aula com explicações do

pesquisador. Salienta-se que os conceitos já haviam sido trabalhados de forma convencional pela professora da turma.

O método seguiu os seguintes 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 através de cartões coloridos;
- 5- Discussão em pares;
- 6- Reaplicação do teste conceitual.

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 após um comando do pesquisador. As respostas foram identificadas, anotadas e o índice de acerto foi calculado. Se o índice 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 pesquisador não leve mais do que 10 minutos. Após isso, a pergunta e a contagem do índice de acertos eram repetidas.

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. Aqui está outra variante do PI de Mazur.

Após a aplicação do método, foi calculado o ganho em relação aos acertos devido à socialização das respostas, utilizando o mesmo cálculo dado por Mazur.

### **Análise e discussão dos dados**

Para Popper, o falseacionismo é mais importante do que o indutivismo para o crescimento da Ciência. Para Kuhn a Ciência cresce quando passa por uma revolução de paradigmas. A substituição de um paradigma por outro se dá quando o antigo não

consegue entrar em consonância com outros pilares da Ciência. A concorrência de ideias leva à construção do conhecimento.

Para Bachelard, identificar e transpor obstáculos epistemológicos é necessário para a modificação do conhecimento.

Ou seja, estes epistemólogos defendem que a Ciência é um processo que se constrói com verdades transitórias que permanecem válidas até que novas observações a levem ao conflito. Neste contexto, podemos nos apropriar da ideia de que o ensino de Ciências deve fazer com que os estudantes tomem consciência de suas crenças e a partir daí promover o confronto entre essas concepções com as concepções compartilhadas pela comunidade científica.

No Brasil os métodos de ensino se pautam na memorização. Os alunos estudam para a prova e não para interpretar as leis da Natureza, utilizando-se das verdades provisórias.

O gráfico da Figura 2a mostra o índice de erro e acerto para a primeira questão e o gráfico da Figura 2b o índice de erro e acerto depois que ela foi discutida entre pares. Ressalta-se aqui que os acadêmicos já haviam estudado os conteúdos abordados de forma tradicional.

A questão referente a estes gráficos está exposta abaixo.

**Figura 2** – Resultado da análise da questão 01

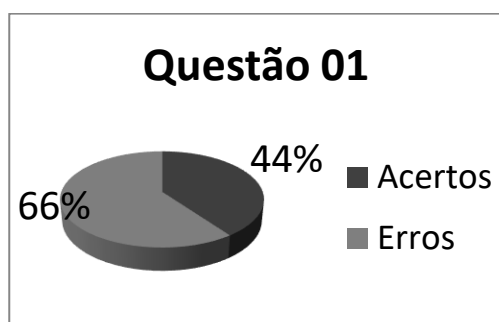


Figura 2a - Porcentagem de acerto e erro antes da discussão em pares

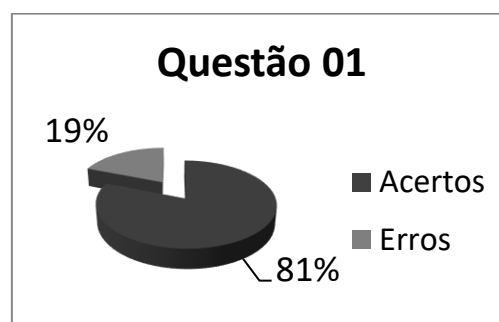


Figura 2b - Porcentagem de acerto e erro depois da discussão em pares.

Fonte: a autora

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.  
diferentes

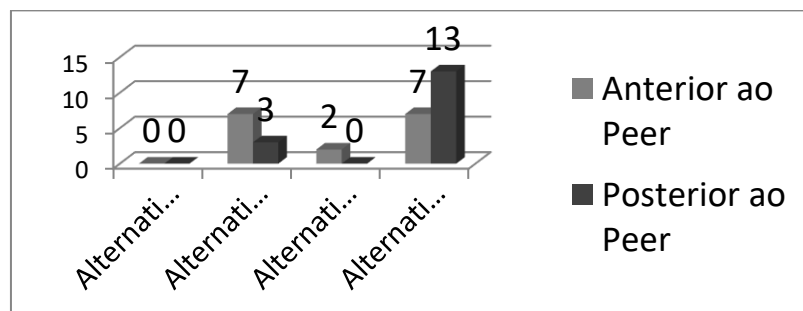
d) X e Z têm cargas de sinais

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 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 04 mostra quantitativamente as alternativas escolhidas pelos acadêmicos antes e depois da aplicação do método PI.

**Figura 3** – Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos.



Fonte: a autora

Talvez o problema do baixo índice de acerto inicial foi 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.

As figuras 4a e 4b mostram o percentual de erro e acerto da questão 02.

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 4 – Resultado da análise da questão 02

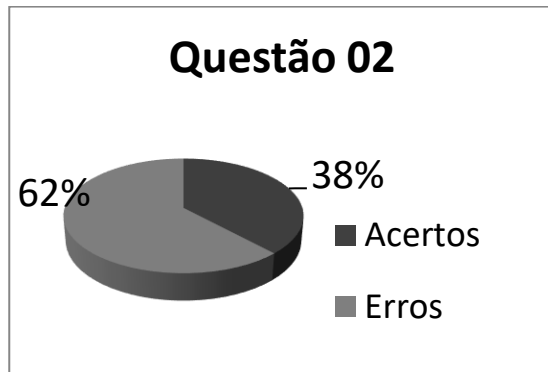


Figura 4a - Porcentagem de acerto e erro antes da discussão em pares.

Fonte: a autora

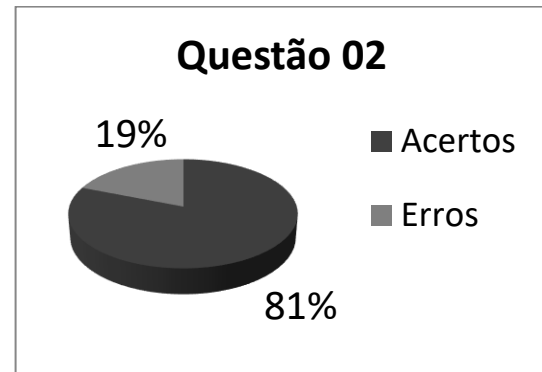
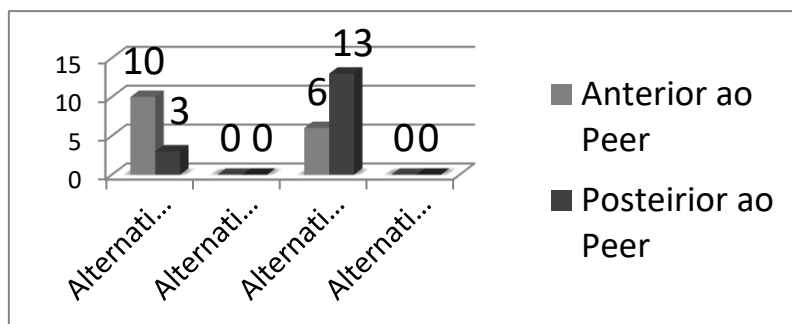


Figura 4b - Porcentagem de acerto e erro depois da discussão em pares.

Para responder adequadamente a questão 02 o acadêmico precisava lembrar-se da expressão matemática da Lei de Coulomb e interpretá-la. Diferentemente da primeira, esta questão exige apenas conhecimento específico. No entanto, o índice de acerto e erro não se distinguiu acentuadamente com relação à primeira questão. Mas, apresentou índice de acerto inferior a 40% e, conforme a dinâmica estabelecida pelo método aqui empregado, o conteúdo foi retomado antes da discussão entre os pares. Depois desta retomada a porcentagem de alunos que acertaram a questão foi de 81%. Sendo o ganho:

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

Uma análise quantitativa das respostas pode ser observada no gráfico da Figura 05.

**Figura 5** – Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos.

Fonte: a autora

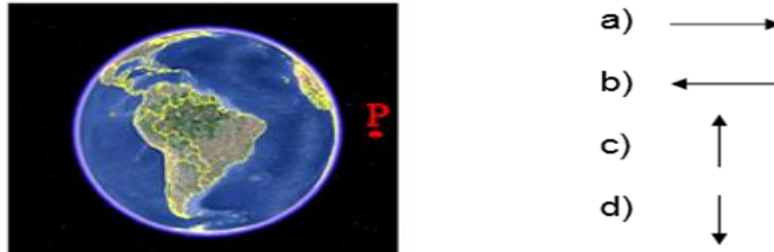
Os acadêmicos conseguem compreender que a força e a distância entre as cargas são inversamente proporcionais, entretanto, apresentam dificuldades em compreender que essa relação é quadrática, mesmo os acadêmicos que se recordavam da expressão matemática da Lei de Coulomb. Acredita-se que uma de suas concepções alternativas é que a força diminui com a distância entre as cargas, porém, numa relação de proporcionalidade direta. Esta crença se mantém mesmo depois que o gráfico da força pela distância é exibido no quadro. Neste sentido, acreditamos que nenhum experimento ou exercício teórico irá auxiliá-los na compreensão da Lei de Coulomb se o professor não conduzi-los a esta observação em específico. O fato da potência da distância ser quadrática tem consequências importantes nas leis do universo. Como por exemplo, a força de Coulomb é uma força conservativa, assim como a força gravitacional. Uma possibilidade é apresentar a lei de Coulomb como força conservativa, enfatizando que a distância é elevada ao quadrado. No entanto, mais importante que enfatizar este fato é tomar consciência desta dificuldade em particular dos acadêmicos. De modo geral, o professor deve conhecer suas concepções para que estas possam ser confrontadas com as definições estabelecidas pelas teorias vigentes. Este fato pôde ser observado quando sete alunos mudaram suas concepções iniciais e responderam a alternativa correta após uma nova explicação, salientando o papel de a distância ser quadrática.

Os gráficos representados pelas figuras 08 e 09 mostram 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 6** - Representação da Terra



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

**Figura 7** - Resultado da análise da questão 03

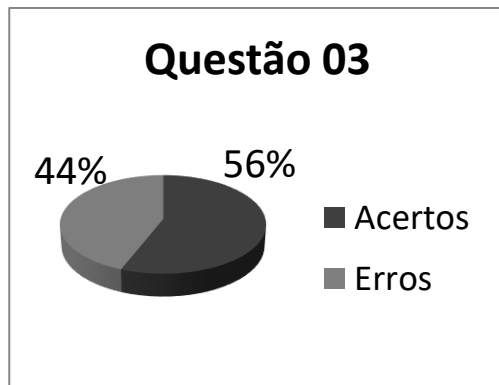


Figura 7a - Porcentagem de acerto e erro antes da aplicação do método.

Fonte: a autora

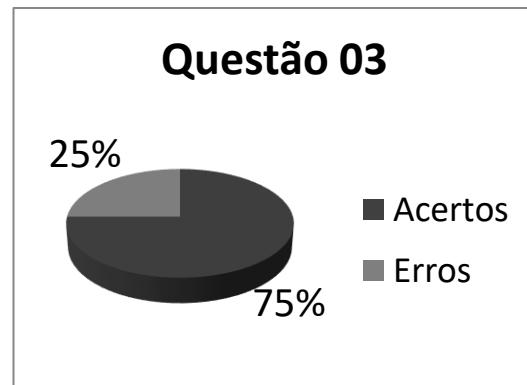


Figura 7b - Porcentagem de acerto e erro depois da discussão em pares.

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

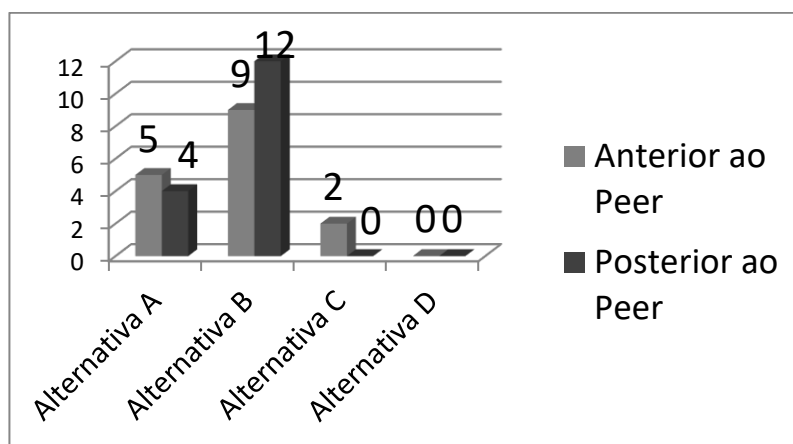
$$g = \frac{0,75 - 0,56}{1 - 0,56} \approx 0,43$$

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

A porcentagem de acerto passou de 56% (antes da discussão entre alunos) para 75% depois da discussão. Analisando a questão e as alternativas escolhidas (veja gráfico da figura 16), os acadêmicos mostraram dificuldades em compreender

as relações quantitativas entre as cargas. Apesar de 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 oposto. Os acadêmicos apresentaram dificuldades em compreender a quantidade relativa de cargas entre dois pontos.

**Figura 8** – Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos.



Fonte: a autora

Os resultados para a questão 04, descrita abaixo, pode ser verificado nos gráficos das Figuras 9a e 9b.

Questão 04 - 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 eletrização do revestimento dá-se por indução.
- O campo elétrico no interior do avião causado pela eletrização do revestimento é nulo.
- A eletrização poderia ser evitada se o avião fosse revestido com material isolante.
- O revestimento metálico não é uma superfície equipotencial, pois, se o fosse, não haveria centelhamento.

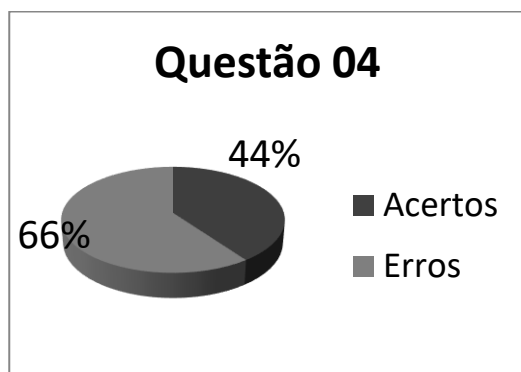
**Figura 9** - Resultado da análise da questão 04

Figura 9a - Porcentagem de acerto e erro antes da discussão em pares

Fonte: a autora

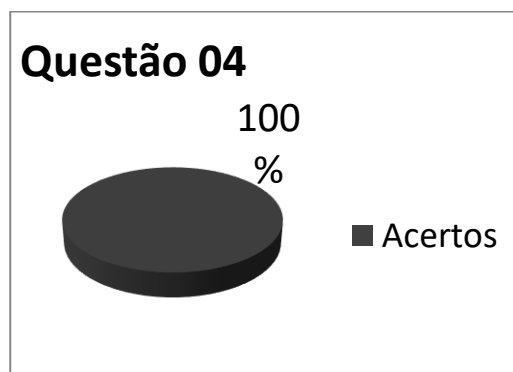


Figura 9b - Porcentagem de acerto e erro depois da discussão em pares.

Na aplicação do método, na questão 04, 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. Calculando o ganho temos:

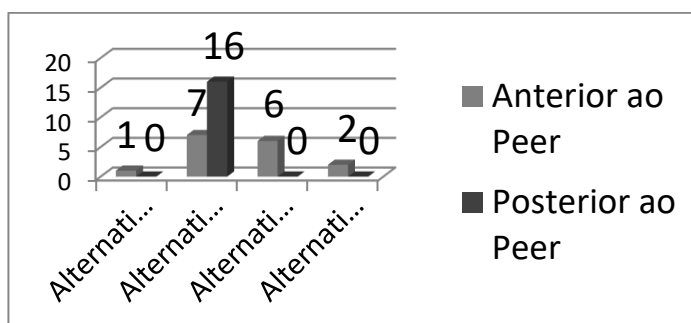
$$g = \frac{1 - 0,44}{1 - 0,44} = 1$$

No gráfico da Figura 10, a alternativa que mais recebeu votação foi a alternativa 'c'. Analisando esta alternativa, podemos inferir 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 se dá no comportamento do movimento das cargas elétricas. Quando a eletrização ocorre em corpos condutores, as cargas se deslocam com facilidade se afastando o máximo possível umas das outras, devido a Lei de Coulomb. Para corpos fechados e ociosas estas 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 de locomoção e há probabilidade de ficarem acumuladas numa dada região, podendo ser dissipada ao longo do tempo para o ar, devido a umidade. As moléculas de água são polares e atraem elétrons, devido seu polo positivo.

Os acadêmicos que responderam a alternativa 'c', consideram que um material isolante tem resistência à passagem de cargas elétrica, mas não consideraram que os aviões são eletrizados pelo atrito com o ar. E, que este tipo de eletrização pode

ocorrer com materiais isolantes como o plástico. Uma demonstração simples, que normalmente, é realizada em sala de aula. O professor atrita a caneta (feita de plástico) no cabelo para mostrar que isto faz com que papezinhos sejam atraídos pela caneta. Entretanto, como já apontado, a experimentação sem reflexão não traz aprendizado, a teoria aliada a reflexões são necessárias para um aprendizado efetivo.

**Figura 10** – Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos



Fonte: a autora

A questão 05, 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 11a e 11b.

Questão 05 - 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:

a) É nula b) É a maior possível c) É usada em um quarto d) Está na sua menor posição

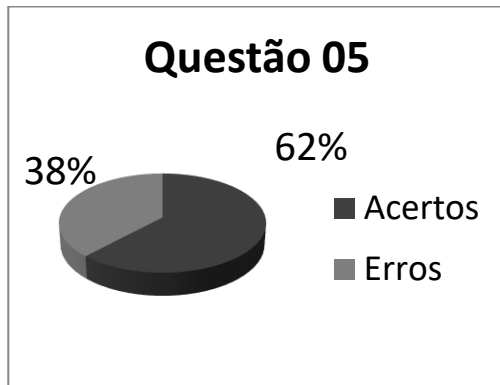
**Figura 11** – Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos

Figura 11a- Porcentagem de acerto e erro antes da discussão em pares.

Fonte: a autora

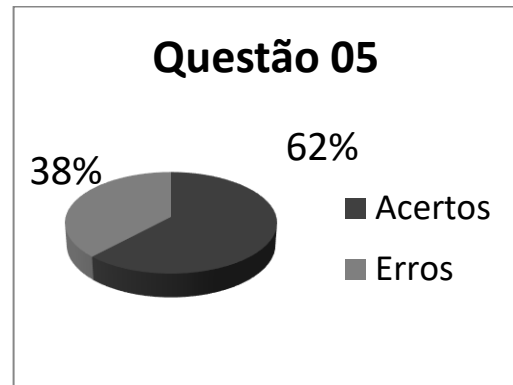
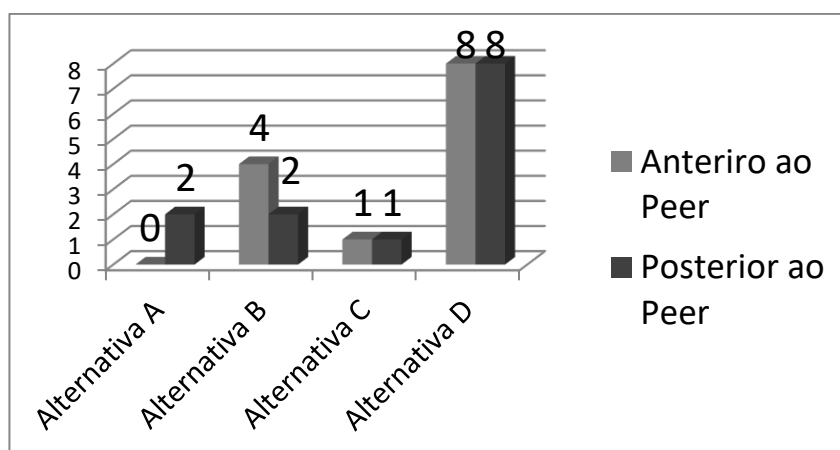


Figura 11b- Porcentagem de acerto e erro depois da discussão em pares.

Ao analisar a questão, percebe-se que ela apresentou um dado curioso, os alunos que a acertaram realmente não trocaram de opinião, mas os alunos que escolheram outras alternativas, 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, no inverno o chuveiro 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.

**Figura 12** – Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos

Fonte: a autora

Nesta questão evidenciou-se a resistência por parte dos alunos em abandonar suas concepções alternativas. Mesmo conhecendo a resposta correta, se mostraram



desconfortáveis em respondê-las. Há relatos na literatura que os alunos são fieis a suas concepções alternativas, entretanto, os resultados descritos na literatura indicam que sempre há alteração entre os índices de erros e acertos depois da discussão entre os pares.

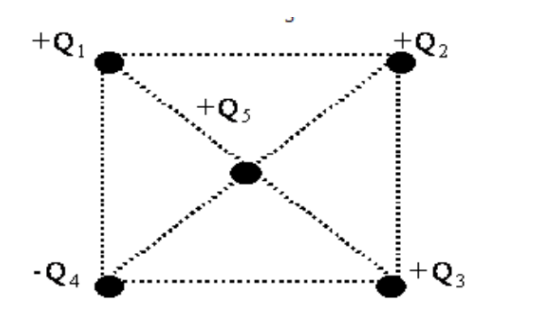
Ressalta-se que houve confusão na diferenciação entre as definições de resistores e resistência. Os acadêmicos não conseguiam distinguir a grandeza física (resistência) do objeto (resistor). A falta de discernimento adequado os levava a cometer erros em suas definições durante suas falas.

Ao analisar a situação podemos observar que se estes alunos não fossem questionados ou se não fossem levados à reflexão, provavelmente iriam propagar esta concepção aos seus futuros alunos.

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.

Os gráficos das Figuras 13a e 13b esboçam os valores encontrados para a questão 06, descrita abaixo.

Questão 06 - 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.



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

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

**Figura 13** – Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos

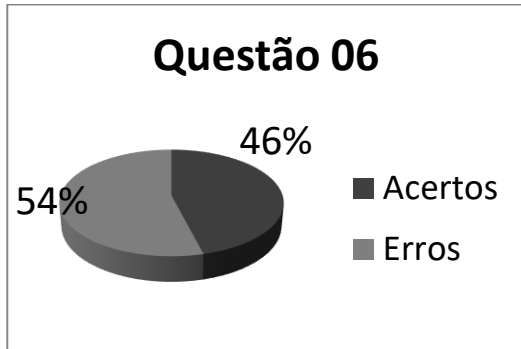


Figura 13a- Porcentagem de acerto e erro da sétima questão antes da aplicação do método.  
Fonte: a autora

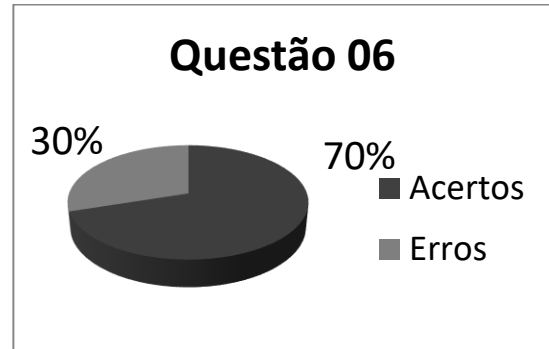


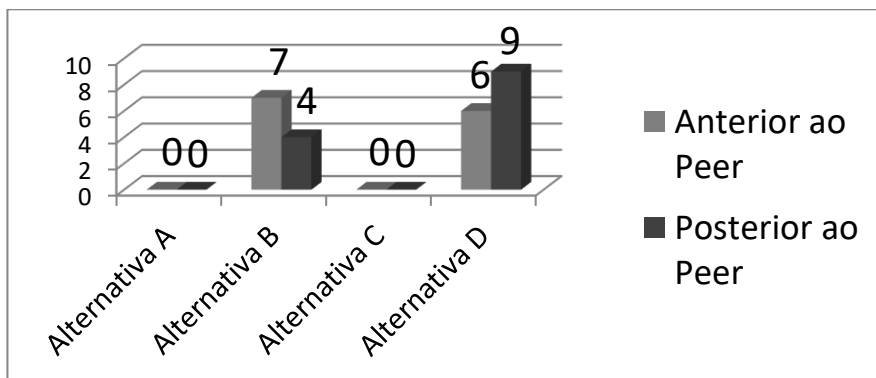
Figura 13b - Porcentagem de acerto e erro depois da discussão em pares.

Nesta questão, inicialmente 46% dos alunos acertaram e depois da discussão o acerto ficou em 70%, assim:

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

Na questão 06, 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 14 mostra as alternativas escolhidas antes e depois da discussão entre os pares.

**Figura 14** – Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos



Fonte: a autora

Na questão 07, descrita abaixo, não foi necessário à 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 15. 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 07 - 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.

**Figura 15** – Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos

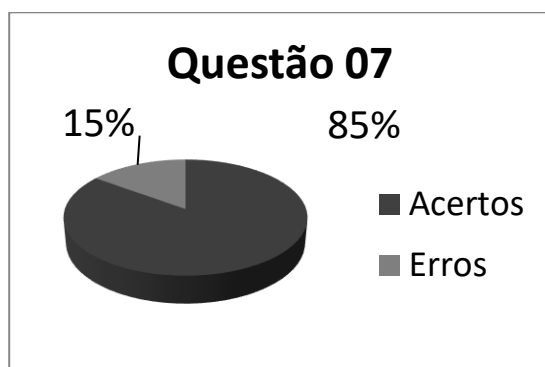


Figura 15a - Porcentagem de acerto e erro antes da discussão em pares.

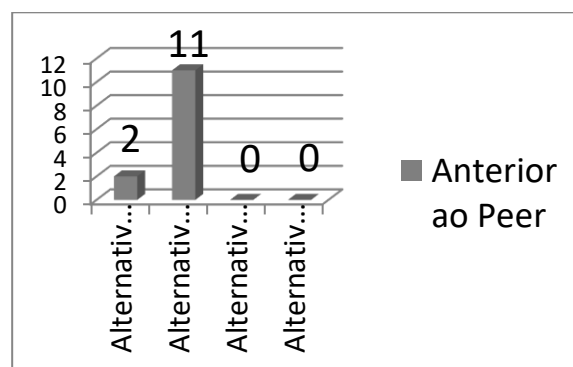


Figura 15b - Esboço quantitativo das alternativas escolhidas pelos acadêmicos

Fonte: a autora

A alternativa 'b' foi escolhida por 2 acadêmicos, como podemos observar no gráfico da Figura 22b, que parecem ainda ter dificuldades em compreender a dinâmica do comportamento das cargas elétricas.

Observa-se que a aplicação do método PI levou os alunos a um ganho médio de 0,64. Este 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 esta pesquisa para outras áreas, avaliando sua pertinência.

## Considerações finais

Os dados obtidos mostram que a aplicação do método *Peer Instruction*, no curso de Licenciatura em Ciência, foi eficaz no levantamento das concepções alternativas e 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 se mostrou necessária na prática social desenvolvida pelo professor, pois, a instalação da mesma pode suscitar no não aprendido, que desencadeia a não mudança conceitual.

Apesar de acreditarmos que qualquer professor possa utilizar o método PI, ressaltamos sua importância neste 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. Isto 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 a 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 se mostram ineficientes.

Então, apesar de termos atestado que os acadêmicos, futuros professores de Ciências e até mesmo Física, não estarem totalmente preparados, se mostraram receptivos com o método PI enquanto alunos e, como professores, mostrando interesse em aplicá-lo em sala. Os alunos mostraram muitas concepções conceituais que podem prejudicar em suas atuações como professores de Física, isto preocupa, pois, no ensino fundamental, são necessários conceitos de Física, e a falta de conhecimento na área pode acarretar na propagação de concepções alternativas.

## Referências

- 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.
- 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, 2009. p 60 -86.
- CROUCH, C.H; MAZUR, E. **Peer Instruction**: Tem years of experience and results. *American Journal of Physics*, v. 69, n. 9 p. 970-977, 2001.
- FOLMER, V. **As concepções dos estudantes acerca da natureza do conhecimento científico: confronto com a experimentação**. Dissertação de mestrado Apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2007.
- 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, p110-119, 1994.
- 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.
- LAKATOS, I. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica. In: LAKATOS, I. e MUSGRAVE, A. (org.) **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix, 1979.
- LEONEL, Zélia. **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.
- 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.
- MORTIMER, E.F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: Para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, pp.20-39, 1996.
- 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.
- v. 1, n. 1, p. 157-178, 2017

- 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.
- PEREIRA, D.R. Ensino de física no nível médio: tópicos de física moderna e experimentação. **Revista Ponto de Vista**, v. 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.**
- 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 lógica da Pesquisa Científica**. Editora Cultrex, São Paulo, 1985.
- ROBERTO; V; E. **A aprendizagem ativa em ótica geométrica: experimento e demonstrações investigativas**. 141f. Dissertação (Mestrado em Física Aplicada), Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.
- 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.
- 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, Demerval. **Pedagogia histórico crítica: primeiras observações**. 10ed. Campinas SP: Autores associados, 1994.
- SILVEIRA; F; L. A Filosofia de Karl Popper e suas Implicações no Ensino de Ciências. **Cad. Cat. Ens. Fís**, seis (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.
- VILLANI, A. – Idéias espontâneas e ensino de Física – **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 11, n. 1, 130-131, 1989.
- 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.