

Implementação do método de ensino *Peer Instruction* com o auxílio dos computadores do projeto “UCA” em aulas de Física do Ensino Médio: um relato de experiência

Maykon G. Müller¹, Rafael V. Brandão², Ives S. Araujo³, Eliane A. Veit³

¹Doutorando em Ensino de Física – Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Caixa Postal 15051 – 91.501-970 – Porto Alegre – RS – Brazil

²Colégio de Aplicação UFRGS – Porto Alegre, RS – Brazil.

³Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, RS – Brazil.

{maykon.goncalves,rafael.brandao}@ufrgs.br, {ives,eav}@if.ufrgs.br

Abstract. *This paper presents an experience report on the use of computers of the UCA project (Brazilian version of the project One Laptop per Child) as voting system to Peer Instruction. The experience was conducted in a class of 34 students in the third year of a public federal high school over an instructional sequence on topics of Electromagnetism. We conclude that this methodology can be successfully implemented in the context of a high school classroom using the UCAS as a voting system, given the conditions of infrastructure to use them for the duration of a lesson (e.g. charging of the batteries).*

Resumo. *Este trabalho apresenta um relato de experiência da implementação dos computadores do projeto UCA como sistema de votação para o método “Peer Instruction”. A experiência foi realizada com uma turma de 34 alunos de terceiro ano do Ensino Médio (EM) de uma escola pública federal, ao longo de uma sequência didática sobre tópicos de Eletromagnetismo. Concluiu-se que a metodologia pode ser aplicada com sucesso no contexto de uma sala de aula de ensino médio, utilizando os UCAs como sistema de votação, dadas as condições de infraestrutura para usá-los pelo período de duração da aula (e.g. carga nas baterias).*

1. Introdução

O ensino tradicional tem se caracterizado principalmente por aulas expositivas e pela transmissão de conhecimentos de maneira unidirecional, a despeito dos maus resultados produzidos ao longo de décadas. Somando-se a isso a maneira descontextualizada com que os tópicos de ciências costumam ser abordados e, ainda, o descompasso entre os recursos tecnológicos da sociedade contemporânea e os explorados em da sala de aula, tem-se um ambiente escolar pouco propício para cumprir com a sua função de contribuir para o crescimento intelectual e humano dos seus alunos.

Para superar esse quadro a escola precisa de inovações pedagógicas e metodológicas, que considerem, entre outros recursos, o uso eficaz das tecnologias. Atentos a essa necessidade, o Governo Federal brasileiro, em 2007, formalizou o programa UCA (Um Computador por Aluno), inspirado no projeto norte americano

OLPC (*One Laptop Per Child*). O programa UCA, conhecido também como PROUCA¹, possui como objetivo:

Promover a inclusão digital nas escolas das redes públicas de ensino federal, estadual, distrital, municipal ou nas escolas sem fins lucrativos de atendimento a pessoas com deficiência, mediante a aquisição e a utilização de soluções de informática, constituídas de equipamentos de informática, de programas de computador (software) neles instalados e de suporte e assistência técnica necessários ao seu funcionamento. (Lei nº 12.249 – Art. 7º).²

Obviamente apenas a presença dos computadores nas escolas não mudará o processo educacional atual, como alerta Rezende (2002):

Os meios, por si sós, não são capazes de trazer contribuições para a área educacional e são ineficientes se usados como o ingrediente mais importante do processo educativo, ou sem a reflexão humana. Mesmo aqueles que defendem a tecnologia, proclamando apenas seus benefícios, deveriam considerar que a tecnologia educacional deve adequar-se às necessidades de determinado projeto político-pedagógico, colocando-se a serviço de seus objetivos e nunca os determinando (Ibid., p. 1).

É necessário que a inserção de novas tecnologias educacionais seja realizada em consonância com propostas metodológicas diferenciadas que proporcionem um maior aproveitamento de suas potencialidades e maior engajamento dos estudantes nos episódios de ensino. Algumas metodologias de ensino inovadoras vêm sendo empregadas com sucesso em âmbito internacional, para promover tal engajamento, como o *Just-in-Time Teaching* [Novak *et al.* 1999] e, em especial, o *Peer Instruction* [Mazur 1997] ou “Instrução pelos Colegas”³ (IpC), em uma tradução livre [Araujo e Mazur 2013].

O IpC, proposto para o ensino superior em meados da década de 90 do século passado pelo Prof. Eric Mazur da Universidade de Harvard (EUA), difundiu-se rapidamente pelo mundo, sendo atualmente empregado por mais de trezentos professores em 23 países, com especial destaque para seu uso em universidades norte-americanas, canadenses e australianas [Crouch *et al.* 2007]. Experiências em nível médio de ensino ainda são em pequeno número [Cummings *et al.* 2008], mas também mostram resultados promissores.

Em síntese, o IpC prevê que o professor limite a exposição inicial de um conceito ou conteúdo a não mais do que 20 minutos, quando apresenta um Teste Conceitual (ConceptTest⁴) de escolha múltipla, a ser respondido individualmente pelos alunos em até, tipicamente, dois minutos. Ao tomar conhecimento imediato das respostas dos alunos, o professor decide como prosseguirá com a sua aula [Araujo e Mazur 2013]. Um das possibilidades, empregada quando o índice de acertos é entre

¹ Para maiores informações, visitar a página do programa: <http://www.uca.gov.br>.

² Disponível em <<http://www.uca.gov.br/institucional/noticiasLei12249.jsp>>. Acesso em: 23/09/2013.

³ Usaremos, ao longo do artigo, a tradução livre “Instrução pelos Colegas” para a expressão *Peer Instruction*.

⁴ Mazur [MAZUR 1997] cunhou o termo *Concepttest* para designar os tipos particulares de testes conceituais usados no IpC.

35% e 70%, é orientar os alunos a formarem pequenos grupos, preferencialmente com colegas que tenham optado no Teste Conceitual por alternativas diferentes, e discutir por cerca de três minutos, quando votam novamente. O objetivo é que os alunos reflitam individualmente e depois discutam em grupo suas respostas, antes do professor informar qual é a correta.

As respostas dos alunos podem ser informadas ao professor de diversas maneiras, entre elas encontram-se o simples levantar de mãos, sistemas eletrônicos de respostas (*clickers*⁵), cartelas coloridas (*flashcards*), computadores e outros dispositivos eletrônicos conectados à Internet. No presente trabalho utilizamos os computadores do projeto UCA como sistema de votação.

Neste texto apresentamos uma experiência didática realizada com uma turma de alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública federal na aprendizagem de Física, por meio do método de ensino IpC e dos UCAs⁶ como sistema de votação. Essa experiência está relatada em detalhes na dissertação de mestrado de um dos autores do presente trabalho [Müller 2013], e parte dos resultados da pesquisa associada foi recentemente publicado [Müller *et al.* 2012].

Outro trabalho, recentemente apresentando em um congresso internacional [Müller *et al.* 2013], também foi fruto desse projeto; e teve como objetivo uma análise do grau de confiança dos estudantes em relação aos testes conceituais apresentados durante o IpC. Essa análise mostrou que após a discussão entre os colegas, os estudantes aumentam seu grau de confiança em relação à questão apresentada.

Nosso objetivo aqui é compartilhar os resultados de uma experiência didática bem sucedida, com uma comunidade que almeja mudanças na sala de aula com uso de tecnologias, particularmente com os UCAs. Embora a experiência tenha ocorrido na disciplina de Física, como ficará claro ao longo do texto, o método IpC e o uso dos UCAs como sistema de votação podem ser aplicados em quaisquer outras disciplinas, constituindo-se em uma possibilidade promissora para a introdução de métodos alternativos no ensino. Dedicaremos a próxima seção para a apresentação do método IpC e, em seguida, passaremos ao relato de experiência.

2. O método *Instrução pelos Colegas (Peer Instruction)*

O IpC é uma metodologia de ensino que tem como principal objetivo tornar as aulas mais interativas, distanciando-se assim do ensino tradicional, no qual os alunos, em geral, são totalmente passivos em sala de aula. Uma das ideias centrais do método é fazer com que os alunos interajam entre si ao longo das aulas, ensinando uns aos outros os conceitos estudados e tentando aplicá-los na solução das questões conceituais apresentadas pelo professor. Com isso, o método tenta ao máximo envolver ativamente os alunos na sua própria aprendizagem.

O método IpC, descrito por Araujo e Mazur (2013), pode ser dividido em oito momentos durante as aulas, como segue.

1. Uma curta apresentação oral sobre os elementos centrais de um dado conceito, ou teoria, é feita pelo professor por cerca de 20 minutos.

⁵ Espécie de controle remoto sem fio que se comunica com o computador do professor para registro das respostas dos alunos.

⁶ Muitas vezes, com aqui, os *notebooks* do programa UCA são denominados simplesmente de UCAs.

2. Um Teste Conceitual, geralmente de múltipla escolha, é apresentado aos alunos sobre os conceitos previamente discutidos na exposição oral.
3. Os alunos têm entre cerca de dois minutos para pensarem individualmente e em silêncio sobre a questão apresentada.
4. Cada estudante informa ao professor sua resposta, através de algum sistema de votação (por ex., *clickers* ou *flashcards*).
5. De acordo com a distribuição de respostas, o professor pode passar para o passo seis (quando a frequência de acertos está entre 35% e 70%), ou diretamente para o passo nove (quando a frequência de acertos é superior a 70%).
6. Os alunos discutem a questão com seus colegas por alguns minutos, enquanto o professor circula pela sala interagindo com os grupos, mas sem informar a resposta correta.
7. É aberto novo processo de votação, conforme descrito no item 4.
8. O professor, então, discute cada alternativa de resposta para a questão, informando a correta. Na sequência, de acordo com sua avaliação sobre os resultados, o docente pode optar por apresentar um novo Teste Conceitual, ainda sobre o mesmo tema, ou passar para o próximo tópico, voltando ao primeiro passo.

Obviamente, a maior potencialidade do método é alcançada quando as questões conceituais apresentadas pelo professor suscitam uma distribuição de frequências das respostas dos alunos entre 35% e 70% de acertos. Nesse caso, a turma é dividida em pequenos grupos (em média três alunos), para discutirem a questão conceitual. Nessa discussão é que se centra a aprendizagem pelos colegas.

Caso a frequência de acertos seja inferior a 35%, o professor pode optar por apresentar a resposta do Teste Conceitual, explicando novamente o conteúdo, visto que, possivelmente, os alunos não captaram corretamente o conceito apresentado na exposição inicial. Nessa situação, a discussão entre os colegas dificilmente geraria os ganhos de aprendizagem desejáveis e é preferível o professor retomar a questão. Por outro lado, caso a frequência de acertos seja superior a 70%, o professor explica o Teste Conceitual, podendo fazer novos testes ou, passar para um novo tópico de sua sequência didática. Também há a possibilidade de que baixos (e mesmo altos) índices de acertos estejam vinculados a problemas na redação e/ou na composição da questão e por isso é preciso cuidado no preparo das questões conceituais e em sua aplicação.

Vários estudos presentes na literatura sobre a área de pesquisa em Ensino de Física apontam que o desempenho de estudantes de nível universitário que trabalharam com a metodologia IpC foi superior ao de estudantes em turmas tradicionais [Crouch e Mazur 2001; Cummings *et al.* 2008; Fagen *et al.* 2002; Hake 1998; Lasry *et al.* 2008] Resultados para a educação básica são menos frequentes, mas apontam no mesmo sentido [Fagen 2002; Crouch *et al.* 2007]. Além disso, algumas pesquisas mostram que a aprendizagem torna-se ainda mais expressiva quando o *Just-in-Time Teaching* é utilizado em conjunto com o IpC [Mazur e Watkins 2007; Crouch *et al.* 2007; Crouch e Mazur 2001].

3. Relato de Experiência

A experiência didática ocorreu com uma turma de terceiro ano do ensino médio de uma escola pública federal, composta por 34 alunos, sendo 14 meninos e 20 meninas. Teve

duração de dois meses, com dois encontros semanais, cada um deles constituído de dois períodos de 45min, perfazendo um total de 10h30min em sete encontros.

A sequência didática proposta para o trabalho abordou os seguintes tópicos do Eletromagnetismo, um por encontro: campo magnético gerado por um fio retilíneo conduzindo corrente elétrica; uma espira e um solenoide percorridos por corrente elétrica; força entre fios paralelos percorridos por corrente elétrica; força eletromotriz induzida; Lei de Faraday; Lei de Lenz e o funcionamento do transformador elétrico.

Para coletar as respostas dos alunos com o uso dos UCAs, optamos pelo *Google Forms*, ferramenta gratuita pertencente ao pacote de aplicativos *Google Docs*⁷, que permite criar formulários e disponibilizá-los *on-line* para serem respondidos. Para cada formulário criado, o aplicativo produz uma tabela contendo todas as informações coletadas, incluindo um resumo das respostas (ver Figura 1). Caso a pergunta seja de múltipla escolha, o resumo é apresentado em forma de gráficos de frequência. Essa opção foi usada para cada rodada de votação e facilitou muito o trabalho do pesquisador e do professor.

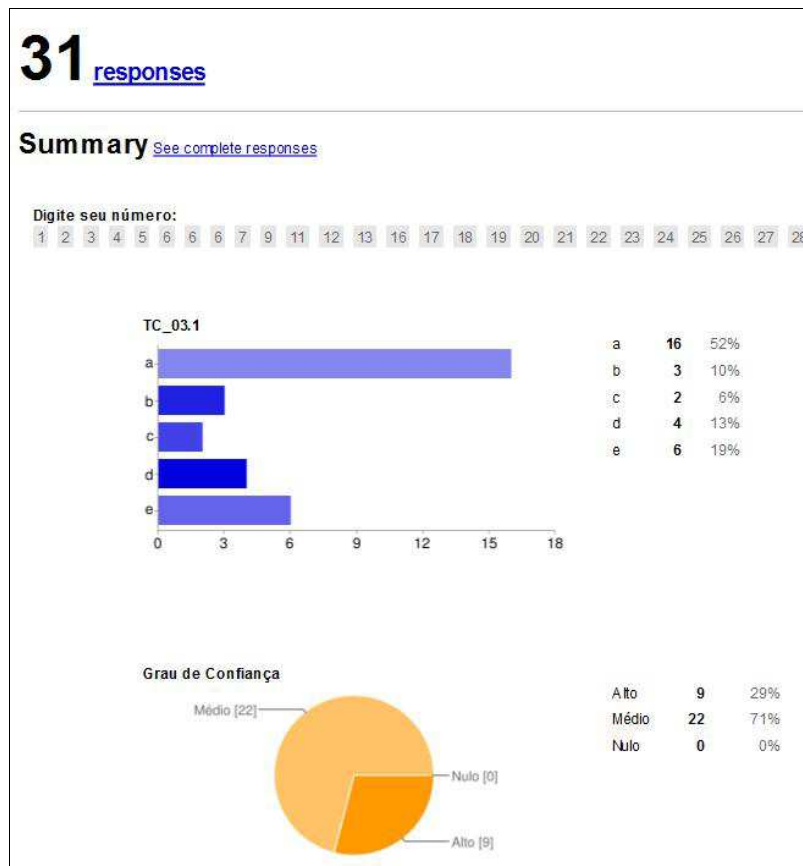


Figura 1 - Sumário das respostas dos alunos a um Teste Conceitual fornecido pelo *Google Forms*.

Criaram-se, então, para cada encontro, formulários que serviam como grade de respostas aos Testes Conceituais. Em cada formulário, o aluno deveria colocar seu número da chamada para identificá-lo, a alternativa que escolheu para responder ao Teste Conceitual apresentado e o grau de confiança em relação à sua resposta, em uma

⁷ Disponível em: <http://docs.google.com>.

escala de três níveis: alto, médio e nulo. Tal medida foi tomada para buscar indicativos de mudança no grau de confiança após as discussões.

Para cada rodada de votações, o formulário era editado para receber as respostas da questão apresentada. As questões eram liberadas gradativamente para evitar que os alunos fossem tentados a responder todas de uma única vez, ou ainda, que votassem na questão errada. Alguns dos Testes Conceituais podem ser vistos no Apêndice A e um dos formulários respondidos pelos alunos é ilustrado na Figura 2, podendo também ser acessado no *link*: <http://is.gd/uca030>.

Para facilitar o acesso ao formulário, criamos nos navegadores da Internet dos *notebooks*, um atalho para o mesmo. Dessa forma, os alunos, ao votar, apenas abriam o navegador, clicavam no atalho e votavam. Essa medida também foi tomada para evitar dispersões na hora da votação. Outra medida adotada foi a de manter os *notebooks* com as baterias carregadas, evitando a necessidade de estarem conectados à rede elétrica e, como consequência, proporcionando aos estudantes maior mobilidade.

A escola em que a experiência didática foi realizada já possuía os *notebooks*, um por estudante, pois, em 2010, foi uma das 300 escolas selecionadas para participar do projeto piloto do governo federal. Diversos projetos são desenvolvidos com o uso dos UCAs no colégio; contudo, os alunos do terceiro ano, por estarem no final do Ensino Médio, não participavam de nenhum projeto. Apesar do pouco contato com os computadores, os alunos da turma em que o estudo foi desenvolvido apresentavam certa habilidade em seu manuseio.

The image shows a Google Forms interface for a survey titled "Testes Conceituais - Aula 07". The form is set to "Required" and contains the following elements:

- A text input field labeled "Digite seu número: *".
- A radio button question labeled "TC_02 1ª votação *" with five options: a, b, c, d, and e.
- A radio button question labeled "Grau de Confiança *" with three options: Alto, Médio, and Nulo.
- A "Submit" button.
- Footer text: "Powered by Google Docs", "Report Abuse", "Terms of Service", and "Additional Terms".

Figura 2 - Formulário criado através do aplicativo *Google Forms* para as votações dos Testes Conceituais.

Ao longo da implementação do método, alguns obstáculos foram surgindo. Um deles foi a aversão dos estudantes em relação aos UCAs. Muitos alunos não simpatizavam com o uso dos *notebooks* em sala de aula, opinião manifestada

espontaneamente já no primeiro encontro, em que foi mencionado que eles seriam utilizados para o desenvolvimento da nova metodologia de ensino.

Os alunos, em geral, mostraram-se pessimistas em relação à funcionalidade, pois para muitos, o *notebook* era muito lento e nunca funcionava direito. Cientes dessa aversão, aplicamos um questionário⁸ para coletar a opinião dos alunos em relação aos UCAs antes da implementação do método em si e logo após o último encontro. Um dos resultados de destaque em nosso estudo é que, apesar da pouca simpatia com os UCAs, seu uso por meio do IpC mostrou aos alunos que existem maneiras de utilizar a ferramenta que não exigem muito tecnicamente, resultando em uma mudança de opinião quanto à utilidade e quanto à motivação dos alunos para usá-los.

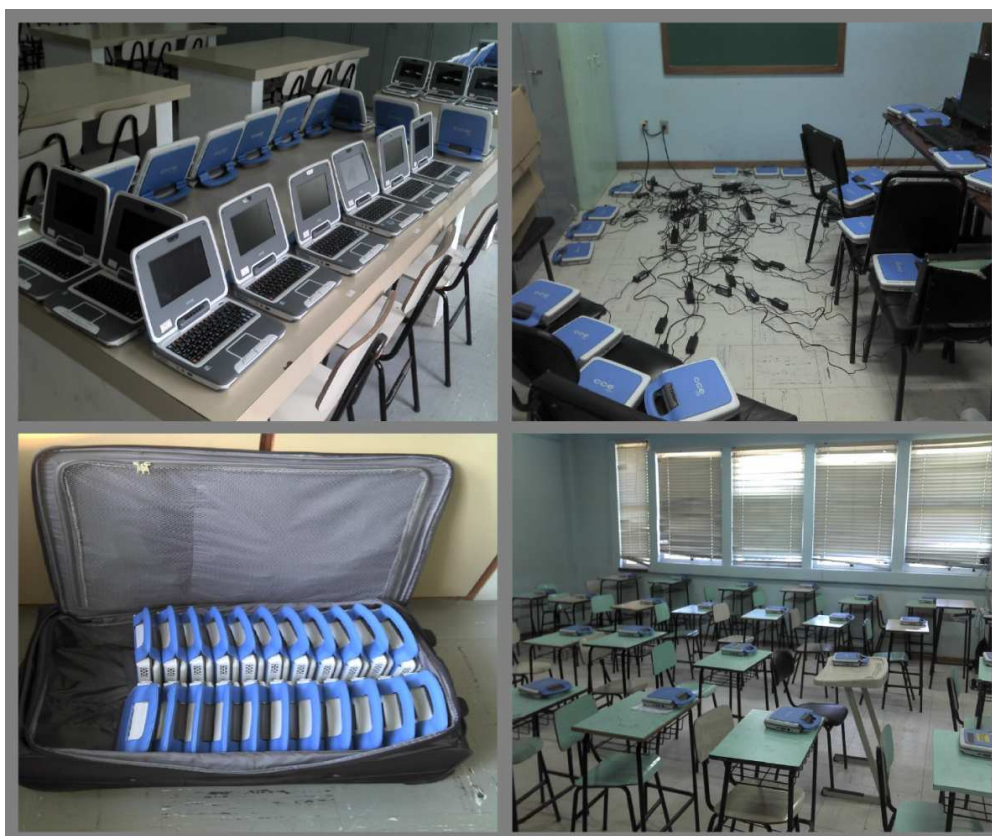


Figura 3 – Compacto de imagens referentes ao trabalho realizado com os UCAs antes dos episódios de ensino.

Apesar de que alguns estudantes mantiveram suas críticas às características técnicas dos UCAs, sob a perspectiva dos autores deste trabalho, foi possível usá-los como sistema de votação para o IpC. Contudo, para isso foi necessário muito trabalho antes de cada encontro. Foi indispensável checar cada computador para averiguar possíveis problemas com o sistema operacional, carregar totalmente as baterias dos 34 *notebooks*, levá-los até a sala de aula e distribuí-los de acordo com o espelho de classe sob as mesas dos alunos, além de criar os formulários no *Google Forms* para as votações. Na Figura 3, apresentamos imagens referentes ao trabalho realizado com os UCAs antes dos episódios de ensino.

⁸ Os resultados do questionário encontram-se publicados no Caderno Brasileiro de Ensino de Física [Müller *et al.* 2012]

4. Considerações finais

Relatamos nesse trabalho uma experiência relativamente bem sucedida em relação ao uso dos computadores do projeto UCA como sistema de votação para o método IpC, em uma turma de alunos do ensino médio na aprendizagem de Física.

O uso do UCA como sistema de votação para o IpC mostrou-se possível, embora tenha sido necessário tomar algumas medidas preventivas, principalmente no que se refere às condições técnicas. Foi imprescindível testar e carregar as baterias de todos os *notebooks* antes dos encontros pois, em média, a autonomia dos UCAs utilizados estava em torno de duas horas. Além disso, foi necessário levá-los para a sala de aula, visto que eram armazenados em uma sala específica na escola, intensificando o trabalho do pesquisador e do professor para organizar os episódios de ensino.

Entretanto, a proposta de implementar uma metodologia interativa de ensino, na qual os alunos tornam-se ativos no processo de aprendizagem, é de extrema valia. O IpC tem apresentando resultados extremamente positivos quanto à motivação e à aprendizagem de conteúdos nas mais diversas disciplinas. Em nosso contexto de aplicação, encontramos resultados similares ao encontrados na literatura e, apesar dos desafios técnicos que tiveram de ser superados, os UCAs mostram-se ferramentas capazes de levar o IpC para as salas de aula.

Todavia, reiteramos que são necessárias medidas políticas e pedagógicas que aproveitem ao máximo as potencialidades dessas ferramentas. Treinamento para os professores, bem como o acompanhamento dos projetos desenvolvidos nas escolas, são de extrema importância. Apenas a presença de *notebooks* em sala de aula não promoverá o alcance dos resultados de aprendizagem pretendidos. É necessário que tais ferramentas sejam utilizadas por professores capacitados e cientes de suas potencialidades. Com esse intuito, o presente trabalho relatou, em específico, uma possível utilidade dos UCAs: seu uso como sistema de votação eletrônica para a implementação do método IpC.

5. 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. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.30, n.2, 2013.

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.

Crouch, C. H., Watkins, J., Fagen, A. P., Mazur, E. Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All At Once. *Research-Based Reform of University Physics*, v. 1, p. 1-55, 2007.

Cummings, K., Roberts, S. G., Henderson, C., Sabella, M., Hsu, L. A Study of Peer Instruction Methods with High School Physics Students. *Physics Education Research Conference*, Edmonton, Canada. vol. 1064 of PER Conference, p. 103-106, 2008.

Fagen, A. P. Peer Instruction: Results from a Range of Classrooms. *The Physics Teacher*, v. 40, n. 4, p. 206-209, 2002.

Hake, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, v. 66, p. 64-74, 1998.

Lasry, N., Mazur, E., Watkins, J. Peer instruction: from Harvard to the two year college. *American Journal of Physics*, v. 76, n. 11, p. 1066, n.4, 2008.

Lasry, N. Clickers or Flashcards: Is There Really a Difference? *The Physics Teacher*, v. 46, n. 4, p. 242-244, 2008.

Mazur, E. "Peer instruction: A user's manual". Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall, 1997. 253 p.

Mazur, E.; Watkins, J. Just-in-Time Teaching and Peer Instruction. *Physics*, p. 39-62, 2007.

Müller, M. G., Brandão, R. V., Araujo, I. S., Veit, E. A. Implementação do método de ensino Peer Instruction com o auxílio dos computadores do projeto UCA em aulas de Física do Ensino Médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29, p. 491-524, 2012.

Müller, M. G. "Metodologias interativas de ensino na formação de professores de Física: um estudo de caso com o Peer Instruction". 2013, 226 p. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física). Instituto de Física, Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Müller, M. G., Araujo, I. S., Veit, E. A. Influence of peer discussion on confidence in ConcepTest responses. *International Conference on Physics Education*, 2013.

Novak, G. M., Patterson, E. T., Gavrin, A. D.; Christian, W. "Just-In-time teaching: blending active learning with web technology". Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall, 1999. 188 p.

Rezende, F. As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, v. 2, n. 1, p. 1-18, 2002.

Valente, J. A. Diferentes Usos do Computador na Educação, *Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação*, 1ª ed., v. 1, p. 24-44, 1993.

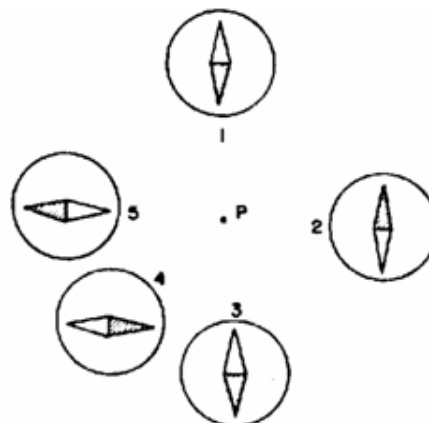
Apêndice A

Neste apêndice apresentamos alguns exemplos de testes conceituais propostos aos estudantes.

• Teste Conceitual – Aula 01

(UFRGS) Um fio retilíneo e muito longo, percorrido por uma corrente elétrica constante, é colocado perpendicularmente ao plano da página no ponto P. Se o campo magnético da Terra é desprezível em relação ao produzido por essa corrente, qual o número que indica corretamente o alinhamento da agulha magnética?

- (a) 1
- (b) 2
- (c) 3
- (d) 4
- (e) 5



- Teste Conceitual – Aula 2

(PUC-RS) Uma espira circular é colocada sobre o mostrador de um relógio (antimagnético) com os centros coincidindo. Na espira há uma corrente elétrica que circula no sentido horário. Sobre o vetor campo magnético no centro do relógio pode-se afirmar que:

- (a) é nulo
- (b) tem sentido para dentro, segundo o eixo do relógio
- (c) é perpendicular ao eixo
- (d) tem sentido para fora, segundo o eixo do relógio
- (e) é impossível determinar o sentido deste vetor campo magnético

- Teste Conceitual – Aula 06

(UEL-PR, modificada) Uma espira circular está imersa em um campo magnético. O gráfico representa o fluxo magnético através da espira em função do tempo. O intervalo de tempo em que **não** aparece na espira uma corrente elétrica induzida é de:

- (a) 1s a 3s, somente
- (b) 0s a 1s, somente
- (c) 0s a 3s, somente
- (d) 2s a 3s, somente
- (e) 1s a 2s, somente

