O USO DE SISTEMAS ELETRÔNICOS DE VOTAÇÃO EM AULAS DE FÍSICA BÁSICA PARA ENGENHARIAS: UM ESTUDO DE CASO COM UMA PROFESSORA DE FÍSICA DA UFRGS

Maykon Gonçalves Müller – maykon.goncalves@ufrgs.br
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, UFRGS
Av. Bento Gonçalves, 9500
CEP: 91501-970 – Porto Alegre – RS – Brasil
Ives Solano Araujo – ives@if.ufrgs.br
Instituto de Física, UFRGS
Av. Bento Gonçalves, 9500
CEP: 91501-970 – Porto Alegre – RS – Brasil
Eliane Angela Veit – eav@if.ufrgs.br
Instituto de Física, UFRGS
Av. Bento Gonçalves, 9500
CEP: 91501-970 – Porto Alegre – RS – Brasil

Resumo: *Nos últimos anos, o uso de sistemas eletrônicos de votação (e.g. clickers) em disciplinas de Física, Química e Engenharias vem aumentando de forma expressiva, especialmente em universidades americanas e europeias. Tais sistemas permitem que uma turma inteira responda a questões de múltipla escolha e, com isso, forneça um feedback da aprendizagem de algum tópico ou conceito específico selecionado pelo professor. Outra vantagem do uso sistemas eletrônicos de votação, amplamente reportada pela literatura, centra-se no engajamento dos estudantes durante os episódios de ensino, especialmente quando o uso dessa tecnologia ocorre em consonância com metodologias de ensino interativas (e.g. Peer Instruction). Recentemente, o Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) adquiriu alguns conjuntos de clickers e seu uso começou a ser explorado por professores em disciplinas de Física Geral, para o curso de Física e Engenharia. Indubitavelmente, o papel do professor na inserção de novas tecnologias em contextos de ensino é de fundamental importância. Entretanto, poucos trabalhos apresentam investigações do uso dos clickers com foco no papel do professor. Por esse motivo, o presente trabalho apresenta um estudo sobre o uso de sistemas eletrônicos de votação em uma disciplina de Física Geral pertencente à grade curricular dos cursos de Engenharia da UFRGS, com foco no papel de uma professora de Física. Almejamos, além de descrever a maneira que os clickers foram utilizados, investigar quais as principais dificuldades encontradas, bem como as principais vantagens apontadas para o seu uso.*

Palavras-chave: *Clickers, Ensino de física, Novas tecnologias*

1. INTRODUÇÃO

Aulas expositivas, caracterizadas pela simples transmissão e recepção passiva de conhecimentos, têm gerado resultados extremamente negativos quanto à aprendizagem e à motivação dos estudantes para o entendimento nos mais diversos contextos de ensino. Especificadamente, no nível superior de ensino, disciplinas de Física básica, que utilizam essa forma de ensino, frequentemente, apresentam altos índices de reprovação e abandono.

A incorporação de tecnologias voltadas para o ensino é uma proposta que vem ganhando destaque nas duas últimas décadas. A rápida evolução da tecnologia impulsionou o desenvolvimento de dispositivos que auxiliam a interação entre alunos e professores durante os episódios de ensino. Dentre os chamados "sistemas de votação em sala de aula" (*classroom response systems*), destaca-se no cenário internacional, principalmente nos Estados Unidos da América, o uso de um sistema eletrônico conhecido como "*clicker"*. Em 2004, aproximadamente um milhão de *clickers* foram utilizados em universidades americanas (*Interactive clickers*, 2006).

Os *clickers* são pequenos dispositivos similares a pequenos controles remotos (ver Figura 1), que se comunicam por radiofrequência com o computador do professor através de um receptor conectado em uma porta USB. Tais equipamentos permitem que uma turma inteira responda a questões de múltipla escolha e, com isso, forneça um *feedback* da aprendizagem de algum tópico ou conceito específico selecionado pelo professor. Tal *feedback* ocorre na forma de gráficos de distribuição de frequências, os quais são produzidos pelo *software* pré-instalado no computador do professor.

Figura 1 - Receptor de radiofrequência USB e sistema remoto de resposta (clicker).

Kay e LeSage (2009) realizaram uma revisão da literatura entre os anos de 2000 e 2007 sobre o uso dos *clickers*. Nesse período, foram identificados 67 estudos (artigos científicos e capítulos de livros), sendo 49 deles publicados após o ano de 2004. Em relação ao contexto do uso dos *clickers*, 49 artigos relatam estudos em nível universitário e apenas quatro em nível da educação básica.

Entre os principais benefícios levantados pelos autores (Ibid., p. 822), destacam-se:

- maior assiduidade dos alunos;
- maior atenção durante as exposições;
- possibilidade de anonimato nas votações;
- engajamento para a aprendizagem dos conceitos;
- participação mais efetiva de toda a classe.

Uma vantagem quanto ao uso dos clickers, amplamente reportada pela literatura (Boyle & Nicol, 2003; Banks, 2006; Reay, 2008; Bruff, 2009), centra-se no engajamento dos estudantes durante os episódios de ensino, especialmente quando o uso dos clickers ocorre em consonância com metodologias de ensino interativas, por exemplo, o método *Peer Instruction* – em uma tradução livre, Instrução pelos Colegas (IpC). Na próxima seção, apresentaremos, com mais detalhe, tal metodologia.

Em relação ao objeto de investigação, Kay e Lesage (2009) relatam que apenas cinco trabalhos possuem foco de pesquisa nos professores e no uso dos *clickers* feito por eles. Tal resultado aponta um caminho a ser melhor explorado, tendo em vista que, indubitavelmente, o papel do professor na inserção de novas tecnologias em contextos de ensino é de fundamental importância.

Nessa perspectiva, o presente trabalho apresenta um estudo sobre o uso de sistemas eletrônicos de votação em uma disciplina de Física básica pertencente à grade curricular dos cursos de Engenharia da UFRGS, com foco no papel e na atuação de uma professora de Física. Almejamos, além de descrever a maneira que os *clickers* foram utilizados, investigar quais as principais dificuldades encontradas, bem como as principais vantagens apontadas para o seu uso. Como questões de pesquisa, definimos: i) Quais funcionalidades dos *clickers* foram exploradas no contexto de pesquisa investigado? ii) Quais os principais conflitos e dificuldades que foram encontrados ao utilizar os *clickers* em aulas de Física para Engenharias? iii) Quais as principais vantagens e limitações quanto ao uso dos *clickers*?

Na sequência, apresentaremos o referencial teórico e metodológico adotados na investigação. Haja vista que o estudo encontra-se em fase final de análise dos dados, serão apresentados apenas resultados preliminares.

2. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

Na presente seção, apresentaremos os referenciais que embasam a nossa investigação: a Teoria da Educação de Gowin (1981), utilizada como referencial teórico; e o estudo de caso segundo o enfoque de Yin (2005), como referencial metodológico. Ao final desta seção, apresentamos em maiores detalhes o método interativo de ensino Instrução pelos Colegas, o qual se apoia no uso de *clickers*.

2.1 Referencial teórico: a Teoria da Educação de Gowin

Eventos educativos são constituídos por seres humanos, os quais possuem uma bagagem, um passado que influencia suas ações presentes. Desse modo, a educação não começa a partir de uma "tábula rasa" e, portanto, educar na verdade significa reeducar, reconstruir a partir de uma estrutura pré-existente.

O ensino é, na concepção de Gowin (GOWIN, 1981), um evento social de compartilhamento de significados. Tal ato somente é possível porque tais significados podem ser compartilhados entre as pessoas (e são construídos por elas). A educação, de acordo com sua concepção, possui uma estrutura composta de quatro lugares comuns, os quais são incomensuráveis entre si e possuem a mesma importância. São esses: o Professor, o Aprendiz, o Material Educativo (ou Currículo) e o Contexto (Ibid.). Os quatro lugares comuns relacionam-se e fornecem estrutura aos episódios de ensino. O professor, o aprendiz (aluno) e o material educativo se relacionam de maneira triádica no contexto social em que o evento educativo ocorre. Na Figura 2, apresentamos um esquema representativo dessa situação.

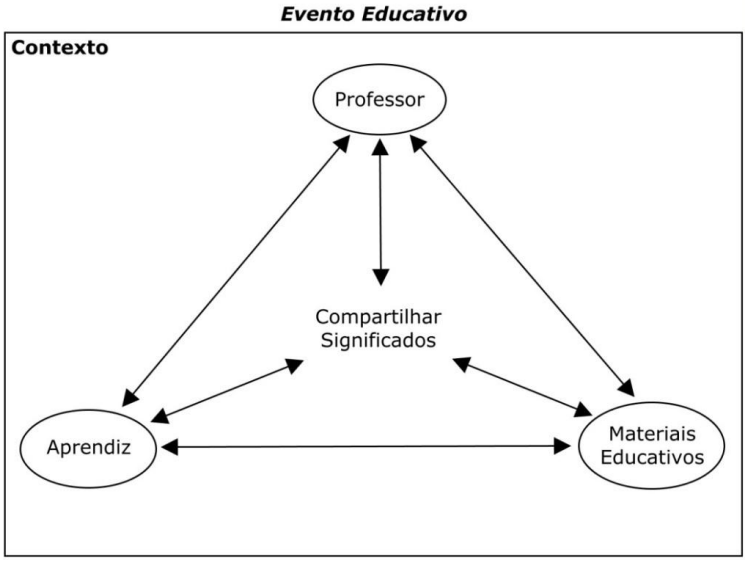


Figura 2 – Modelo Triádico de Gowin (Adaptado de Moreira, 2011).

Em uma situação de ensino, o professor apresenta ao aluno os significados já compartilhados pela comunidade a respeito dos materiais educativos, por exemplo, um conceito físico como o conceito de potencial elétrico. O aluno deve devolver ao professor, de alguma forma, os significados que captou. Se o ato de compartilhar significados não for alcançado, ou seja, se o professor e os alunos possuírem significados diferentes para um mesmo conceito, ele deve apresentar, outra vez e, preferencialmente de outra maneira, os significados aceitos no contexto da matéria de ensino. O aluno deve externalizar novamente os significados que aprendeu.

Esse processo continua até que os significados dos materiais educativos do currículo que o aluno capta sejam aqueles que o professor pretende que eles tenham para o aluno. Segundo Gowin, "o episódio de ensino se consuma quando o significado do material educativo compreendido pelos estudantes é o mesmo que o professor pretende que tenha para os mesmos" (Ibid., p.81).

Traçando uma conexão entre a adoção dos *clickers* durante os episódios de ensino e o modelo de Gowin, é possível perceber a relevância de seu uso para facilitar o ato de compartilhar significados entre o professor e o aprendiz. O *clicker*, nesse caso, auxilia o professor a mapear quais foram os significados que seus estudantes captaram dos conceitos apresentados através de questões de múltipla escolha. De posse desta informação, o professor pode revisitar o tópico apresentado, explicando de uma maneira diferente. Essa sequência manter-se-á até que seus estudantes compartilhem o mesmo significado que ele almeja.

2.2 Referencial metodológico: estudo de caso segundo a perspectiva de Yin

Levando em consideração os objetivos do presente trabalho, o enfoque metodológico escolhido possui um caráter predominantemente qualitativo. Dentro deste enfoque , encontram-se diversas metodologias com características específicas. Para o presente trabalho, escolhemos o estudo de caso como metodologia de pesquisa, com enfoque na perspectiva de Robert Yin (YIN, 2005). O autor (Ibid., p. 39) afirma que,

> *o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real, especialmente quando os limites do fenômeno e o contexto não são claramente evidentes.*

Os estudos de caso são utilizados em, pelo menos, quatro situações diferentes, diferenciadas por seus objetivos específicos, quais sejam (Ibid., p. 41):

- explicar os vínculos causais previstos nas intervenções da vida real;
- descrever uma intervenção e o contexto da vida real na qual ela ocorreu;
- ilustrar determinados tópicos em avaliação, de maneira descritiva;
- explorar situações em que a intervenção sendo avaliada não possui um único e claro conjunto de resultados.

Segundo o autor, os estudos de caso podem ser categorizados em três tipos: exploratório, descritivo e explanatório (ou analítico). Estudos cujo objetivo é obter informações preliminares acerca do respectivo objeto de interesse são denominados exploratórios. Os estudos que têm como propósito central descrever como é o caso em consideração são chamados de descritivos. Por fim, os estudos que procuram desenvolver proposições teóricas a serem confrontadas com teorias existentes são denominados explanatórios.

Além disso, os estudos de caso podem ser categorizados em estudos de caso único e estudos de casos múltiplos. Os estudos que têm o foco em uma única unidade (uma pessoa, um objeto, um fenômeno) são denominados de caso único; quando são compostos por diversos casos, estudados simultaneamente, são ditos de caso múltiplo. Cabe aqui ressaltar que os casos são quaisquer componentes de um todo, como objetos, ou entidades claramente identificáveis (pessoas, organizações, salas de aula, etc.), eventos, atividades (como o ato de ensinar) ou processos (como a aprendizagem de um conhecimento específico), bem como seu contexto.

O presente trabalho foi composto por um estudo de caso caracterizado, segundo a perspectiva de Yin, como exploratório e teve como unidade de análise uma professora de Física que utilizou os *clickers* em uma turma da disciplina de Física II – Eletromagnetismo, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Com o intuito de coletar informações para respondermos nossas questões de pesquisa, uma entrevista semiestruturada foi realizada. A análise dos dados coletados está em fase final de desenvolvimento e os resultados preliminares encontrados serão apresentados na sequência do presente trabalho.

2.3 *Peer Instruction* - Instrução pelos Colegas

O Instrução pelos Colegas (IpC) é um método de ensino interativo, baseado em pesquisas em ensino, desenvolvido pelo professor Eric Mazur na Universidade de Harvard nos anos 90. Nos últimos anos, o método difundiu-se rapidamente pelo mundo, sendo atualmente empregado por centenas de professores em 23 países, com especial destaque para seu uso em universidades norte-americanas, canadenses e australianas (CROUCH *et al.*, 2007).

Esse método prevê que o professor limite a exposição inicial de um conceito ou conteúdo a não mais do que vinte minutos, quando então apresenta um Teste Conceitual (*Conceptest*) de escolha múltipla, a ser respondido individualmente pelos alunos (em aproximadamente dois minutos). Os sistemas mais utilizados para coletar as respostas dos alunos são os *clickers* e os *flashcards*.

Caso a frequência de acertos se situe entre 35% e 70%, os alunos são orientados a formar 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 de o professor informar qual é a correta (ARAUJO & MAZUR, 2013). Na Figura 3 apresentamos um diagrama do IpC.

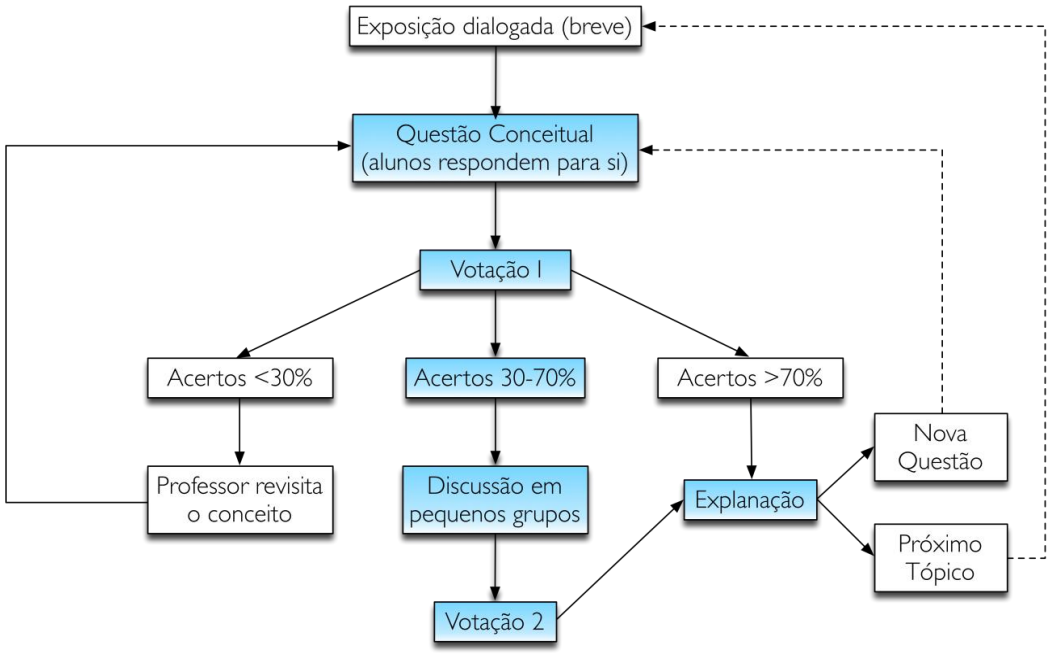


Figura 3 – Diagrama do processo de implementação do método IpC (ARAUJO & MAZUR, 2013).

3. RESULTADOS PRELIMINARES

A experiência didática com os *clickers* ocorreu no segundo semestre do ano de 2011, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, Brasil – em uma turma de Física II – Eletromagnetismo composta por 40 alunos dos cursos de: Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia de Alimentos, Engenharia Elétrica, Engenharia Metalúrgica, Química Industrial e Licenciatura em Química. Com o intuito de preservarmos a identidade de nosso sujeito de pesquisa, chamaremos a professora de Ana.

Ana começou a ministrar disciplinas de Física para os cursos de engenharia no primeiro semestre de 2011, mesmo ano em que ingressou como professora via concurso público no Instituto de Física da UFRGS. Ela possui Doutorado em Física, título obtido na *Australian National University* (Austrália). Durante seu Doutorado, Ana teve contato com os *clickers* e, inclusive, os utilizou em uma disciplina ministrada na universidade em que trabalhou. Sua experiência anterior com tais equipamentos, em um contexto de ensino diferente da UFRGS, torna Ana uma unidade de análise promissora para o

estudo de caso exploratório, pois o contexto em que novas propostas didáticas são implementadas influencia no êxito das mesmas. Na sequência, apresentamos as respostas preliminares para as questões de pesquisa.

- *Quais as funcionalidades dos clickers foram exploradas no contexto de pesquisa investigado?*

Ana, durante o semestre, fez uso dos *clickers* em quase 90% das aulas (não computando as aulas em que os estudantes realizaram atividades avaliativas – provas e testes). Nas aulas em que os *clickers* não estavam disponíveis[1], foram utilizadas cartelas coloridas (*flashcards*) (ver Figura 4). Quanto à diferença entre o uso das cartelas coloridas e os *clickers*, Ana argumentou:

> "*A aceitação* [dos *clickers*] *foi boa, os alunos se manifestaram dizendo que gostavam mais de usar os clickers do que os cartões. Óbvio, é mais legal apertar um botão. Mas eu particularmente não acho que os cartões sejam piores. Usando os cartões tem uma vantagem que dá para saber se há grupos dentro da sala que não estão prestando atenção. Geralmente os alunos que não sabem ficam todos juntos num grupinho, e isso só dá pra ver com os cartões. Quando tem um aluno que responde tudo, absolutamente tudo errado, isso dá para ver com os cartões, mas só dá para ver com os clickers depois de uma análise depois da aula.*"

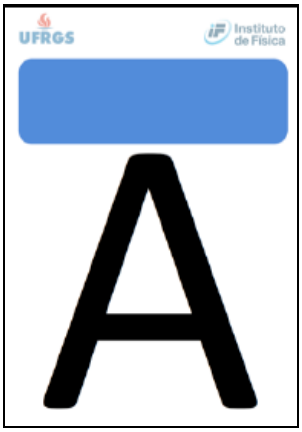


Figura 4 – Exemplo de cartela colorida (*flashcard*), contendo a letra 'A'.

Para cada aula, Ana reservava momentos em que questões de múltipla escolha (ver Anexo A) eram apresentadas com um projetor multimídia aos seus estudantes. Essas questões versavam sobre os tópicos apresentados e tinham por objetivo avaliar a compreensão dos estudantes, bem como intensificar a participação ativa destes durante a aula. Os alunos tinham em torno de um minuto para responder individualmente as questões. De acordo com a dispersão das respostas, Ana retomava o tópico (índice de acertos baixo) ou passava para um novo tópico (índice de acertos alto). É importante destacar que a discussão após a votação entre os alunos não foi explorada, conforme sugere o método Instrução pelos Colegas. Sendo assim, a forma com que Ana utilizou os *clickers* em suas aulas está em consonância com as práticas realizadas no contexto internacional, nas quais os *clickers* servem como uma ferramenta de *feedback* da aprendizagem dos estudantes.

[1] Outro professor do Instituto de Física também utilizava os dispositivos em uma disciplina de Física para o curso de Física.

Por se tratar de uma experiência diferenciada, Ana, ao final do semestre, preocupou-se em avaliar a opinião dos alunos sobre o uso dos *clickers*. Os alunos, de maneira geral, mostraram-se favoráveis quanto o uso dos equipamentos, 68% dos 36 respondentes afirmaram que gostam de utilizar os *clickers* durante as aulas porque a aula fica mais participativa e eles acreditam que, dessa forma, aprendem mais. Cerca de 24% dos respondentes afirmaram que gostavam de utilizar os *clickers* porque responder questões de múltipla escolha em aula os obrigava a pensar. É importante ressaltar que Ana elaborou e aplicou esse questionário espontaneamente, sem interferência do pesquisador nesse processo.

- *Quais os principais conflitos e dificuldades que foram encontrados ao utilizar os clickers em aulas de Física para Engenharias?*

Ana, quando indagada a respeito das dificuldades que enfrentou ao utilizar os *clickers*, afirmou que a infraestrutura das salas de aulas, que não contavam com projetores multimídias instalados e com telas de projeção, bem como a pouca quantidade de *clickers*, haja vista que no segundo semestre do ano de 2011 existia apenas um conjunto de *clickers* (composto de 50 unidades), foram as principais dificuldades. Usualmente, questões de infraestrutura são fatores determinantes na adoção de novas propostas metodológicas e tecnológicas. Por diversas vezes os professores acabam desistindo de inovar por condições estruturais desfavoráveis. Contudo, não foi o caso de Ana; mesmo tendo que carregar uma tela de projeção, um projetor multimídia e um *notebook* três vezes por semana, durante um semestre, ela não desistiu. Indubitavelmente, sua obstinação foi determinante para a boa implementação dos *clickers*.

- *Quais as principais vantagens e limitações quanto ao uso dos clickers?*

Em relação às principais vantagens, Ana afirmou:

> *"Usando os clickers é possível ter uma ideia se os alunos estão acompanhando, se estão compreendendo a matéria, porque geralmente se perguntarmos aos alunos durante a aula se eles entenderam, eles dizem que sim. Mas isso não é sempre verdade, e com os clickers é fácil ver isso. Eu utilizo os clickers principalmente para isso, para saber se a explicação sobre um determinado tópico foi efetiva ou se precisa de mais detalhes."*

Nessa passagem, é possível perceber que Ana fez uso dos *clickers* para facilitar o compartilhamento de significados entre ela e seus estudantes. Outras vantagens também foram reportadas por Ana:

> *"Os clickers são ótimos porque mantêm os alunos atentos à aula. É natural que os alunos tenham vontade de acertar as respostas, por isso eles prestam atenção e tentam responder certo. Utilizando os clickers é possível mostrar aos alunos a distribuição das respostas, e eles podem ver imediatamente se acertaram ou não, e quantos na sala acertaram ou erraram. A dispersão de respostas é um bom indicativo se a matéria foi bem explicada, se o conceito foi compreendido ou não. É muito importante preparar questões que facilitem isso, não é uma tarefa fácil. Não basta jogar algumas questões nos slides porque isso não funciona. Mas se as questões forem bem selecionadas, é bem possível descobrir as falhas na compreensão dos alunos, o aprendizado superficial, e o mais importante é que não precisa muito para convencer os alunos de que eles estão errados, porque eles veem isso ao verem que responderam errado. Outra função bastante interessando dos clickers é a possibilidade de fazer competições nas aulas, porque o*

> *sistema permite classificar as respostas dos alunos e agrupar as respostas. Gincanas nas aulas são muito bem aceitas e os alunos adoram competir. Trabalhos em grupo são muito bons porque favorecem a discussão e o trabalho em equipe."*

É possível perceber, através do discurso de Ana que, segundo sua concepção, os *clickers* favorecem a participação ativa dos alunos durante os episódios de ensino. Além disso, com tal equipamento, atividades diferenciadas são possíveis, fazendo com que o processo de ensino e aprendizagem torne-se mais dinâmico, afastando-se, dessa forma, do ensino tradicional.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É consenso que novas propostas metodológicas para o ensino de Física, especialmente em nível superior, devem ser adotadas pelos professores a fim de modificar a visão que os estudantes têm da disciplina. Os avanços tecnológicos das duas últimas décadas, aliado aos resultados negativos que o ensino tradicional tem gerado, impulsionaram o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem os estudantes a obter melhores resultados no processo de aprendizagem. A pesquisa na área de ensino de ciências e de engenharia tem fornecido, nos últimos anos, especial atenção a ferramentas que engajem os estudantes durante os episódios de ensino. Nesse contexto, o uso dos *clickers* tem sido investigado e os resultados têm se mostrado positivos (KAY & LESAGE, 2009).

O presente trabalho apresenta os resultados parciais de um estudo sobre o uso dos *clickers* em uma disciplina de Física pertencente à grade curricular dos cursos de Engenharia da UFRGS. A investigação foi composta por um estudo de caso caracterizado, segundo a perspectiva de Yin, como exploratório e teve como unidade de análise uma professora de Física que utilizou os *clickers* em uma turma da disciplina de Física II – Eletromagnetismo. A professora investigada, apesar de ter enfrentado algumas dificuldades, perseverou e destacou que os *clickers* são ferramentas potenciais para engajar os estudantes durante os episódios de ensino, bem como para facilitar a obtenção de um *feedback* da compreensão dos conceitos apresentados.

Os resultados de um estudo de caso exploratório permitem que se identifiquem fatores que influenciam a real adoção em sala de aula de novas propostas tecnológicas e metodológicas. Fatores relacionados à infraestrutura disponível pela instituição, bem como a empatia do professor com inovações didáticas, são elementos que demandam um aprofundamento investigativo. Com o desdobramento do trabalho, esperamos alcançar melhores condições para fazer com que métodos de ensino que vêm apresentando bons resultados nas pesquisas em Ensino, cheguem de fato às salas de aula, como por exemplo, o Instrução pelos Colegas que permite qualificar a instrução presencial, mesmo em turmas numerosas.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. No prelo.

BANKS, D.A. Audience response systems in higher education: Applications and cases. Hershey, PA: Information Science Publishing, 2006.

BERGTROM, G. Clicker sets as learning objects. Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects, v. 2, p. 105-110, 2006.

BOYLE J. T.; NICOL D .J. Using classroom communication systems to support interaction and discussion in large class settings. Association for Learning Technology Journal, v.11, p. 43–57, 2003.

BRUFF, D. Teaching with classroom response systems: Creating active learning environments. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2009.

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.

GOWIN, D. B. Educating. Ithaca: NY, Cornell University Press, 1981. 210 p.
Kay, R., & Knaack, L. (2009). Exploring the Use of Audience Response Systems in Secondary School Science Classrooms. *Journal of Science Education Technology*, *18*, 382–392.

Interactive clickers can increase student responses, Curriculum Review, n. 45, v. 4, 2006.

MAZUR, E.; SOMERS, M. D. Peer instruction: A user's manual. Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall, 1997. 253 p.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem (2ªed.). São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2011.

MOREIRA, M. A. Metodologias de Pesquisa em Ensino (1ªed.). São Paulo: Livraria da Física, 2012.

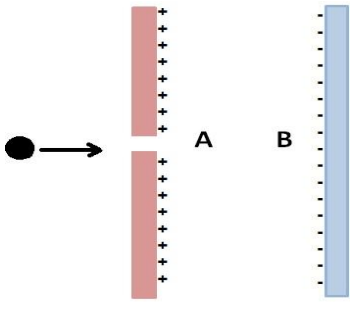
REAY, N. W.; LI, P.; BAO, L. Testing a new voting machine question methodology. American Journal of Physics, v.76, p.171–178, 2008.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos (3ª ed.). São Paulo: Bookmanm, 2005. 234 p.

6. ANEXO A

Abaixo, apresentamos um exemplo de teste de múltipla escolha utilizado por Ana em uma aula sobre potencial elétrico.

1. Um elétron com energia cinética K entra num capacitor. Comparando ΔU do elétron nos pontos A e B, qual opção está correta?



a. $\Delta U_A < \Delta U_B$

b. $\Delta U_A < \Delta U_B$

c. $\Delta U_A = \Delta U_B$

USING AUDIENCE RESPONSE SYSTEMS IN BASIC PHYSICS CLASSES FOR ENGENNEERING MAJORS: A CASE STUDY WITH A UFRGS' PHYSICS PROFESSOR

Abstract: In the past few years, the use of classroom response systems (e.g. clickers) in STEM courses has increased significantly, especially in American and European universities. These systems allow an entire class to answer multiple-choice questions providing feedback of the learning of a particular concept or topic selected by the teacher. Another advantage of using clickers, widely reported by the literature, focuses on the engagement of students during the teaching episodes, especially when the use of clickers occurs in consonance with interactive teaching methodologies (e.g. Peer Instruction). Recently, the Physics Institute of the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS) acquired a few sets of clickers and its use began to be explored by teachers in General Physics courses. Undoubtedly, the teacher's role in the integration of new technologies is crucial. However, few studies have been focused on the teacher's role on the implementation process of classroom response systems. Thus, this paper presents preliminary results of an ongoing research of the use of classroom response systems in a basic physics course of the UFRGS Engineering curriculum, focusing on the role of a Physics professor. We intend, besides describing the way that clickers were used, to investigate the main difficulties encountered, as well as the main advantages cited for its use.

Key-words: *Classroom response systems, Physics education, New technologies*