

DESCONSTRUÇÃO DE CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS EM FÍSICA DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA POR MEIO DE UMA ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM ATIVA

Vitória Toldo Dariva – vtDariva@ucs.br*

Guilherme Josué Machado – guilherme.memmi@gmail.com*

Márcio Ronaldo Farias Soares – mrfsoares@ucs.br *

Valquíria Villas-Boas – vvillasboas@gmail.com*

Universidade de Caxias do Sul*

Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – Bairro Petrópolis*

95070-560 – Caxias do Sul – RS*

CEP – Cidade – Estado*

Resumo: Neste trabalho, apresentamos resultados de um estudo realizado na disciplina de Eletricidade e Magnetismo, para estudantes de Engenharia da Universidade de Caxias do Sul (UCS). Conhecimentos prévios foram levantados no início do semestre e considerados para o desenvolvimento da disciplina. Uma estratégia de aprendizagem ativa e um processo avaliativo formativo foram utilizados com o objetivo de auxiliar os estudantes a desconstruir concepções errôneas e a construir uma aprendizagem significativa. Mais especificamente, foram investigados os conhecimentos prévios relacionados à Terceira Lei de Newton, que é apresentada aos estudantes na disciplina de Mecânica Newtoniana e de extrema importância na compreensão dos conceitos básicos da Eletricidade e Magnetismo.

Palavras-chave: Concepções Espontâneas. Terceira Lei de Newton. Eletricidade. Peer Instruction.

1 INTRODUÇÃO

Vários pesquisadores da área de Ensino de Física têm documentado, cuidadosamente, a compreensão de uma variedade de assuntos por parte de estudantes universitários da área das Ciências Exatas e Engenharia e concluíram que as disciplinas de Física, que são ensinadas de forma tradicional, pouco ajudam esses estudantes a compreender os conceitos centrais da Física, mesmo se os estudantes aprenderem com sucesso os algoritmos de resolução de problemas (McDERMOTT, 1991; REDISH; STEINBERG, 1999; MELTZER; MANIVANNAN, 2002; WATKINS; MAZUR, 2013; MADSEN; MCKAGAN; SAYRE, 2015). Ao mesmo tempo, pesquisadores que estudam o fenômeno “aprendizagem no ensino superior” estabeleceram que os estudantes desenvolvem habilidades de raciocínio complexas mais eficazmente quando ativamente envolvidos com o material que estão estudando (BONWELL; EISON, 1991; DUNLOSKY et al., 2013). Pesquisadores também apontam que atividades colaborativas são uma excelente maneira de envolver os alunos de forma eficaz e auxiliam no desenvolvimento de competências fundamentais para o mundo do trabalho (McCLELLAN, 2016). Em resposta a esses resultados, muitas estratégias e métodos de ensino foram concebidos para melhorar a compreensão dos estudantes dos cursos de Ciências Exatas e Engenharia.

Infelizmente, ainda hoje, em muitas instituições de ensino, o ato de ensinar ainda é sinônimo de “passar” informações. Nesse contexto, os estudantes memorizam conteúdos para, posteriormente, reproduzi-los em avaliações. Entretanto, o que se observa é que todos esses conteúdos são esquecidos após curto tempo (BONWELL; EISON, 1991; DUNLOSKY et al, 2013). Em outras palavras, “a nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva e pouco ou nada contribuindo para sua elaboração e diferenciação” (MOREIRA, 2011). Ainda segundo Moreira (2011), isto é consequência de uma forma tradicional de ensinar, apenas pela explanação do professor visando à memorização do estudante, o que caracteriza o processo de aprendizagem mecânica e, conseqüentemente, dificultando a ocorrência de uma aprendizagem duradoura.

Neste trabalho, apresentamos resultados de um estudo realizado na disciplina de Eletricidade e Magnetismo, para estudantes de diferentes programas de Engenharia da Universidade de Caxias do Sul (UCS). Conhecimentos prévios foram levantados no início do semestre e considerados para o desenvolvimento da disciplina. Uma estratégia de Aprendizagem Ativa e um processo avaliativo formativo foram utilizados com o objetivo de auxiliar os estudantes a desconstruir concepções espontâneas e a construir uma aprendizagem significativa dos conceitos da disciplina em questão. A investigação é discutida em termos dos estudos já publicados nesta área e citados, anteriormente, nesta seção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, serão apresentados o referencial teórico das concepções prévias, estudos sobre a dificuldade de aprendizagem da 3ª Lei de Newton e sobre a estratégia utilizada neste estudo.

2.1 Concepções espontâneas

É sabido que estudantes do ensino médio e da faculdade trazem para as disciplinas de Física conhecimentos e explicações sobre o mundo físico derivados de suas experiências pessoais. Nas últimas décadas, os pesquisadores (McDERMOTT, 1991; PICCIARELLI et al., 1991; ENGELHARDT; BEICHER, 2004; MICHELET, S., JEAN-MICHEL, A. D. A. M., & LUENGO, 2007; MARTIN-BLAS; SEIDEL; SERRANO-FERNÁNDEZ, 2010; MASSON et al., 2014) estudaram essas concepções alternativas ou equívocos com a intenção de promover mudanças e aperfeiçoar os processos de ensino-aprendizagem. Como afirma McDermott (1991, p. 314) “Alguns conceitos errôneos são suficientemente sérios para tornar impossível a aprendizagem significativa, mesmo que o desempenho em problemas quantitativos não seja afetado”.

Pesquisadores brasileiros também se preocuparam bastante com a questão das concepções espontâneas em Física dos estudantes (ZYLBERSZTAJN, 1983; PEDUZZI, 2001; BALEN; VILLAS-BOAS; CATELLI, 2008; SILVEIRA, 2011; MOREIRA; SERRANO, 2013). Os resultados alcançados por estes pesquisadores apontaram que as concepções espontâneas não são devidas a contextos locais, mas sim universais.

Os resultados dessas pesquisas auxiliaram na compreensão de que o processo de ensino e aprendizagem por transmissão do conhecimento não era suficientemente eficaz para que a aprendizagem ocorresse. Isto levou à busca de novas formas de ensinar, tanto em nível metodológico como em nível curricular, e se deu em todos os níveis de ensino, impulsionando a busca de inovações no Ensino de Física.

2.2 3ª Lei de Newton

A 3ª Lei de Newton, também conhecida como a Lei da Ação e Reação, afirma que para toda força exercida, ou ação, existe uma força de mesma intensidade e direção, mas sentido oposto, vista como a reação do corpo que sofre com a ação. Segundo Talim (1999, p. 144), “A terceira lei de Newton (princípio de ação e reação) não tem sido muito estudada sob o ponto de vista da existência de conceitos espontâneos e de suas consequências na aprendizagem dos alunos”. URE e colaboradores (1994) identificaram a presença de alguns conceitos espontâneos sobre a 3ª. Lei de Newton em alunos de vários cursos superiores, e exemplificaram que para muitos alunos, quando um corpo de grande massa interage com outro de pequena massa, a força feita pelo corpo de massa maior será também maior. Além disso, URE e colaboradores (1994) também verificaram que no caso em que um corpo de grande massa é empurrado por uma pessoa sem que esse corpo se mova, muitos alunos não reconhecem a existência da força de reação do corpo sobre a pessoa que o empurra.

Hughes (2002), em seu artigo “How I Misunderstood Newton’s Third Law”, exemplifica porque ele próprio não entendeu o postulado da 3ª Lei de Newton, até ser ensinado por meio de uma abordagem diferente. Em seu artigo, Hughes relata como seu professor de ensino médio abordou o tema em sala de aula da maneira com que todos entendessem: o professor segurava uma bola na mão, questionando seus alunos “Que forças estão agindo na bola?”, e a grande maioria respondeu que o par ação e reação eram as forças normal e gravidade. Instigando a todos, o professor largou a bola, que acelerou até atingir o chão, repetindo seu questionamento. Todos os alunos sabiam que as forças agem em pares, mas que força se opunha a gravidade, que acelerava a bola? Foi então que Mark e seus colegas entenderam.

Hughes (2002, p. 381-382) destaca o momento em que todos compreenderam: Acontece que a força que é igual e oposta à força de campo gravitacional exercida pela Terra sobre a bola é a força gravitacional do campo exercida pela bola na Terra. A bola acelera em direção à Terra, e a terra acelera em direção à bola. As forças são sempre dirigidas uma para a outra, são sempre iguais em módulo, e sempre têm sentidos opostos. As forças de mesmo módulo e direção, mas sentidos contrários, estavam agindo em objetos completamente diferentes.

2.3 A Peer Instruction

Nesta pesquisa, a estratégia de Aprendizagem Ativa utilizada foi a *Peer Instruction*. Esta estratégia foi concebida por Eric Mazur, da Harvard University, para trabalhar conceitos e concepções alternativas no ensino de Física (CROUCH; MAZUR, 2001; ARAÚJO; MAZUR, 2013; MAZUR, 2015), principalmente em classes com muitos estudantes, para ajudar a tornar as aulas mais interativas e fazer com que os estudantes fiquem cognitivamente ativos em sala de aula. Nesta estratégia:

- o professor solicita que os estudantes façam uma leitura prévia do material a ser trabalhado em aula;
- o professor faz uma breve apresentação oral (preferencialmente uma exposição dialogada) sobre os elementos centrais de um dado conceito, ou teoria, por cerca de 10 a 20 minutos;
- o professor apresenta aos estudantes uma questão (normalmente de múltipla escolha) qualitativa, denominada Teste Conceitual (conhecida em inglês como *ConceptTests* (*Conceptual Tests*)), que é cuidadosamente construída para envolver as dificuldades dos estudantes com os conceitos fundamentais;
- os estudantes pensam sobre a questão individualmente por 1 a 2 minutos e contribuem com as suas respostas por meio de algum sistema de votação, de forma que a fração da turma que dá cada resposta pode ser determinada e relatada;
- de acordo com a distribuição de respostas, o professor vai iniciar uma atividade de discussão entre os estudantes (quando a frequência de acertos está entre 35% e 70%), ou

irá avançar e começará a tratar de um novo conceito (quando a frequência de acertos é superior a 70%);

- se a frequência de acertos está entre 35% e 70%, os estudantes discutem a questão com seus colegas (grupos de 2 a 4 alunos, mas de preferência em duplas) por cerca de dois a três minutos, tentando chegar a um consenso sobre a resposta correta enquanto o professor circula pela sala (ou auditório) interagindo com os grupos, mas sem informar a resposta correta. Terminado o tempo, um novo processo de votação é aberto;

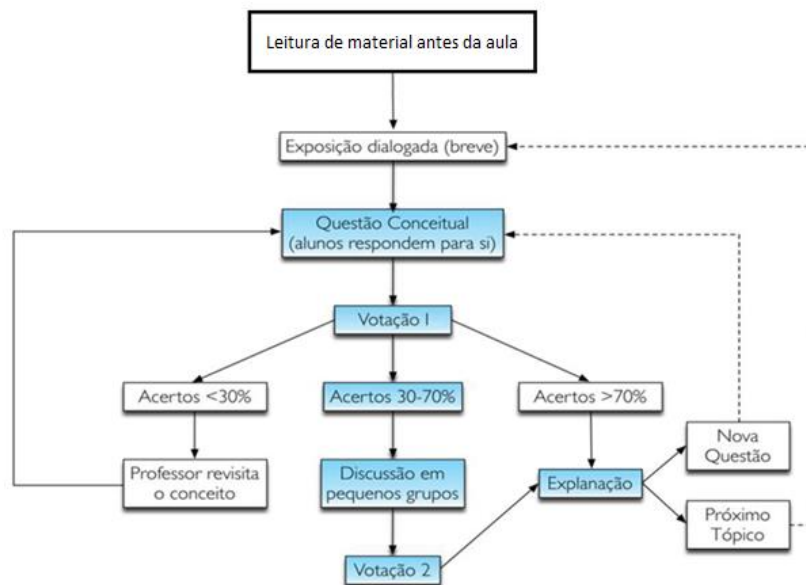
- o professor tem um retorno sobre as respostas dos alunos após as discussões (novamente, via um sistema de votação) e pode apresentar o resultado da votação para os alunos. Uma alternativa interessante é chamar alguns grupos para compartilhar a resposta com o grande grupo;

- o professor, então, discute cada alternativa de resposta para a questão, informando a correta.

Esta estratégia, além de ter a vantagem de envolver o estudante e tornar a aula mais interessante, tem a enorme importância de dar *feedback* ao professor sobre em que estágio de aprendizagem a turma está e o que os estudantes sabem ou não.

Na Figura 1, apresentamos uma adaptação do esquema da estratégia *Peer Instruction* como apresentada por Araújo e Mazur (2013).

Figura 1 – Esquema da estratégia *Peer Instruction* (Adaptação de Araújo e Mazur (2013))



3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa desenvolvida foi uma pesquisa de natureza aplicada, de abordagem quali-quantitativa, descritiva quanto aos objetivos e, quanto aos procedimentos, trata-se em vários aspectos de uma pesquisa etnográfica e participante (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Nesta pesquisa, foram exploradas as concepções alternativas de estudantes de Engenharia, em particular, o que tange à 3ª Lei de Newton na Eletricidade. A pergunta de pesquisa era: “É possível desconstruir concepções alternativas sobre a 3ª Lei de Newton com o auxílio de uma estratégia de Aprendizagem Ativa?”. Nesta seção, serão reportados o contexto da pesquisa, os procedimentos metodológicos e os instrumentos de avaliação utilizados na mesma.

3.1 O Contexto da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em uma turma da disciplina de Eletricidade e Magnetismo dos cursos de Engenharia da Universidade de Caxias do Sul. Esta disciplina é uma disciplina de terceiro ou quarto semestre, dependendo do currículo do programa de Engenharia na qual está inserida. A turma era composta por 50 estudantes oriundos de doze diferentes programas de Engenharia. Esses estudantes são, em sua grande maioria, pessoas empregadas nas indústrias da região e buscando diplomas de Engenharia. Esses estudantes vêm para a aula no período da noite após um dia longo no trabalho, muitos deles desmotivados e incapazes de prestar atenção a uma aula expositiva tradicional. Assim, nesse contexto, desenvolveu-se uma metodologia de ensino-aprendizagem, na qual foram utilizadas estratégias de Aprendizagem Ativa, com ênfase para a *Peer Instruction*.

3.2 Procedimentos

Com o objetivo de averiguar a eficácia da estratégia *Peer Instruction* na desconstrução de concepções alternativas de estudantes de Engenharia, várias atividades foram realizadas. A seguir, serão reportadas as atividades realizadas no primeiro quarto de desenvolvimento da disciplina, pois foi neste período em que se trabalhou com a 3ª Lei de Newton no contexto da Eletricidade.

Leitura prévia do material

Foi solicitado aos estudantes, via ambiente virtual de aprendizagem e antes de ocorrer o primeiro encontro presencial com os mesmos, que fizessem a leitura prévia do capítulo sobre Cargas Elétricas e Força Elétrica do livro texto adotado. Além da leitura, os estudantes deveriam fazer um resumo manuscrito de 4 a 5 páginas do capítulo lido. Cabe salientar que a leitura prévia é a primeira etapa da estratégia *Peer Instruction*.

Avaliação Diagnóstica

No primeiro encontro da disciplina Eletricidade e Magnetismo, uma avaliação diagnóstica foi aplicada com o objetivo de levantar os conhecimentos prévios dos estudantes, bem como suas concepções alternativas. A avaliação constava de seis questões sobre Mecânica Newtoniana e Álgebra Vetorial, apontando aos estudantes, a importância destes conteúdos para um bom desempenho na disciplina Eletricidade e Magnetismo.

No quadro 1, apresentamos a questão referente à 3ª Lei de Newton e no quadro 2, a questão sobre a 2ª Lei de Newton, por se tratarem das duas questões que foram mais pertinentes para o desenvolvimento desta pesquisa.

A aplicação da Peer Instruction

Em seguida à aplicação da Avaliação Diagnóstica, os encontros se desenvolveram por meio da aplicação da *Peer Instruction*, ou seja, curtos períodos de aula expositiva-dialogada intercalados à aplicação de testes conceituais, como apregoado por Mazur (1997, 2015) e apresentado na seção 2.3.

Quando os testes conceituais eram aplicados, os estudantes informaram as respostas dos mesmos por meio do aplicativo *Kahoot!* (<https://kahoot.it/>) que foi instalado em seus telefones celulares, permitindo o uso do telefone celular como recurso didático. Um exemplo de um teste conceitual referente à 3ª Lei de Newton está apresentado no quadro 3.

Os resultados das respostas aos testes conceituais ficam registrados no aplicativo *Kahoot!*, na área específica do professor (<https://create.kahoot.it/>) em “*My Results*”. São planilhas Excel onde ficam registradas o desempenho de cada um dos estudantes e permitem ao professor acompanhar o desempenho e a evolução dos mesmos na disciplina.

Quadro 1 – Questão da Avaliação Diagnóstica referente à 3ª Lei de Newton

5. Se uma mosca colide com o para-brisas de um ônibus que se desloca a uma velocidade alta, analise e responda:

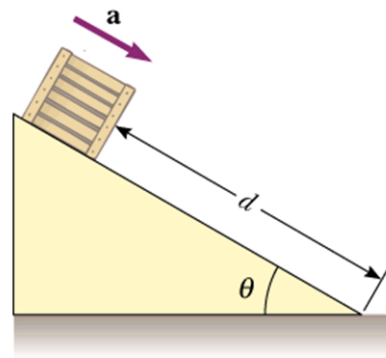
(a) quem experimenta uma força de impacto maior: a mosca, o ônibus, ou os dois experimentam uma força de mesma intensidade? Explique o porquê.

(b) com o impacto, quem adquire uma aceleração maior: a mosca, o ônibus, ou os dois experimentam uma aceleração de mesma intensidade? Explique o porquê.

Quadro 2 – Questão da Avaliação Diagnóstica referente à 2ª Lei de Newton

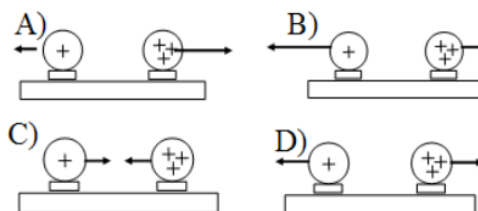
6. Um bloco de massa m é posicionado em uma superfície inclinada de ângulo θ .

Considerando que existe atrito entre a superfície e o bloco, construa um diagrama vetorial com todas as forças agindo sobre o bloco.



Quadro 3 – Teste Conceitual referente à 3ª Lei de Newton

2. Sejam duas esferas carregadas eletricamente. A esfera da esquerda tem carga $+Q$ e a esfera da direita tem carga $+3Q$. Nesse contexto, qual diagrama de forças, da figura ao lado, apresenta a intensidade relativa e as direções das forças eletrostáticas que estão agindo sobre as duas esferas?



Verificando a eficácia da Peer Instruction

Para verificar a eficácia da *Peer Instruction* na desconstrução das concepções espontâneas relativas à 3ª Lei de Newton, duas questões foram aplicadas na primeira de três provas do semestre. As questões estão apresentadas nos quadros 4 e 5.

Tratam-se de questões que tinham como objetivo verificar a compreensão não somente da 3ª Lei de Newton, mas também da 2ª Lei de Newton e a compreensão da representação vetorial. Uma vez que a pesquisa focou nas concepções espontâneas relativas à 3ª Lei de Newton, na prova de final de semestre, uma questão semelhante à apresentada nos quadros 3 e 4 foi aplicada com o intuito de se verificar se as aprendizagens construídas foram ou não duradouras.

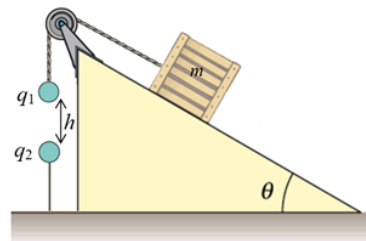
Quadro 4 - Questão aplicada na primeira prova do semestre referente à 3ª Lei de Newton

1. (1,0) Duas partículas carregadas estão distantes uma distância d . A carga na partícula 1 é Q_1 e a carga na partícula 2 é Q_2 . Também se sabe que $Q_2 = 5Q_1$. Sabendo que F_{12} é a força que a partícula 1 exerce na partícula 2 e que F_{21} é a força que a partícula 2 exerce na partícula 1, qual das afirmativas abaixo compara corretamente as forças F_{12} e F_{21} ? **Atenção:** neste problema os vetores força estão sendo representados pela letra F em negrito (**F**). Explique sua resposta.

- (a) $F_{12} = 5 F_{21}$.
- (b) $F_{12} = -5 F_{21}$.
- (c) $F_{12} = F_{21}$.
- (d) $F_{12} = -F_{21}$.
- (e) $5 F_{12} = F_{21}$.

Quadro 5 - Questão aplicada na primeira prova do semestre referente à 2ª e 3ª Leis de Newton

5. (2,0) Considere um bloco de massa m sobre um plano inclinado de ângulo θ , sem atrito, preso por um fio ideal a uma esfera carregada com carga positiva q_1 , que se encontra em equilíbrio estático com uma segunda esfera carregada com carga positiva q_2 fixa ao solo por uma haste isolante. As duas esferas estão separadas por uma distância h , conforme ilustra a figura ao lado. Considerando que as massas das esferas e da polia são desprezíveis e livres de atrito, responda as questões abaixo:



(i) (0,5) Faça um diagrama vetorial de todas as forças que estão agindo em cada um dos três corpos (esfera 1, esfera 2 e bloco).

(ii) (0,5) Considerando que a carga elétrica da esfera de carga q_1 é 3 vezes maior que a carga elétrica da esfera de carga q_2 , assinale abaixo a resposta correta para qual será a razão entre a força eletrostática que a esfera de carga q_1 exerce sobre a esfera de carga q_2 e a força eletrostática que a esfera de carga q_2 exerce sobre a esfera de carga q_1 . Justifique a sua resposta.

- a) 1/3 b) 1/9 c) 1 d) 3 e) 9

(iii) (0,5) Expresse uma equação matemática para a carga q_2 , como uma função dependente da massa m do bloco, do ângulo θ de inclinação, da distância h e da carga q_1 , além das constantes pertinentes. Em outras palavras, encontre uma função do tipo $q_2(q_1, m, \theta, h)$.

(iv) (0,5) A partir da expressão que você obteve na questão (iii) acima, e considerando que $m = 3,5 \text{ kg}$, $\theta = 30^\circ$, $h = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ e que o valor da carga q_1 seja $1 \mu\text{C}$, determine o valor da carga q_2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção vamos apresentar as principais evidências de que a estratégia *Peer Instruction* contribuiu para a desconstrução das concepções espontâneas dos estudantes de Engenharia em relação à 3ª Lei de Newton.

4.1 Sobre a Avaliação Diagnóstica

O número de estudantes que acertou as questões diagnósticas apresentadas nos quadros 1 e 2, de um total de 50 estudantes, está apresentado na Tabela 1.

Em termos de resultados numéricos, trata-se de uma fração pequena de acertos. Contudo, mais importante do que o número de acertos, foi a possibilidade de avaliar as respostas dos estudantes e levantar algumas concepções espontâneas dos mesmos, uma vez que as questões não eram questões de múltipla escolha, mas sim dissertativas.

Tabela 1 – Número de estudantes que acertaram as questões diagnósticas apresentadas nos quadros 1 e 2 de um total de 50 estudantes.

	Questão 5(a)	Questão 5(b)	Questão 6
Número de estudantes	11	16	18
Porcentagem	22%	32%	36%

Fonte: Os Autores.

A concepção espontânea que teve maior número de registros entre os estudantes que não acertaram a questão 5(a), foi a de que quando um corpo de grande massa interage com outro de pequena massa, a força feita pelo corpo de massa maior será também maior. Este resultado está em total acordo com os resultados obtidos por URE e colaboradores (1994). No que diz respeito à questão 5(b), os resultados também concordam com os de URE e colaboradores (1994), pois a maioria dos estudantes acreditam que a mosca, caso não tivesse sofrido uma colisão inelástica com o ônibus, não teria adquirido uma aceleração igual em módulo à do ônibus. No que diz respeito à questão 6, a maioria dos estudantes teve dificuldades em construir adequadamente o diagrama vetorial de forças.

Cabe ressaltar, que após a correção da Avaliação Diagnóstica, material de apoio para a aprendizagem da 2ª e da 3ª Leis de Newton foi disponibilizado aos estudantes e monitores do Núcleo de Apoio ao Ensino de Física (NAEF) foram acionados para dar apoio aos estudantes que procurassem o NAEF com o objetivo de sanar dúvidas.

4.2 Sobre os resultados obtidos na aplicação da *Peer Instruction*

Como mencionado na seção 3.2, os resultados das respostas aos testes conceituais ficam registrados no aplicativo *Kahoot!*, na área específica do professor em “*My Results*”. Assim, por meio das planilhas Excel onde ficam registradas o desempenho de cada um dos estudantes, foi possível acompanhar o desempenho e a evolução dos estudantes no que diz respeito às suas respostas a questões relativas à 3ª. Lei de Newton. Uma coleção testes conceituais sobre 3ª. Lei de Newton e Força Elétrica foram utilizados com os estudantes, além de obviamente as listas de exercícios usuais de qualquer disciplina de Física de um curso de Engenharia. Nas respostas aos testes conceituais, na primeira rodada do teste, as respostas corretas sobre a 3ª Lei de Newton e Força Elétrica sempre estavam no intervalo de 30 a 40%, o que demandou obrigatoriamente a aplicação da etapa da *Peer Instruction* em que os estudantes em grupos de 2 a 4 alunos, por cerca de dois a três minutos, tentaram chegar a um consenso sobre a resposta correta. Realizada a segunda rodada da votação, os resultados sempre foram superiores a 70%, apontando, assim, que os estudantes estavam desconstruindo, de forma colaborativa, as concepções espontâneas sobre a 3ª. Lei de Newton.

4.3 Sobre os resultados da Prova

As maiores evidências da desconstrução da 3ª Lei de Newton foram obtidas por meio das questões na prova. Sobre a questão da prova apresentada no Quadro 4, pode-se dizer que 85% dos estudantes acertaram a questão completamente. Dos que erraram, a concepção espontânea mais frequente foi a de que a partícula com maior carga exerce a maior força elétrica, o que está de acordo com os resultados de URE e colaboradores (1994) obtidos para a situação de corpos com maior massa exercem maiores forças. Além disso, entre os erros mais frequentes, pode-se citar a dificuldade que os estudantes têm de compreender que um vetor só igual a outro vetor se tiver mesmo módulo, mesma direção e mesmo sentido, e que, portanto, um par ação e reação não se trata de duas forças iguais. Quanto à questão do Quadro 5, o nível de

acerto foi acima de 70% para todos os itens. Os erros e concepções alternativas apresentadas foram as mesmas da questão do Quadro 4.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cenário educacional está fortemente interligado ao contexto social e econômico, que coloca demandas por novas metodologias, posturas pedagógicas diferenciadas e visões da relação ensino-aprendizagem mais consistentes. Assim sendo, torna-se necessário e urgente desencadear um processo de transformação no ambiente educacional, pois enquanto não se buscar o entendimento de uma prática pedagógica voltada para a construção de conhecimentos, a educação perde seu foco e até o sentido para alguns estudantes. Para tanto, a criação de ambientes de aprendizagem, onde o estudante é sujeito do processo e está envolvido com estratégias e métodos de aprendizagem ativa, pode ser uma alternativa viável para romper com o ensino predominantemente tradicional. Neste trabalho, a estratégia *Peer Instruction* mostrou-se eficaz na desconstrução de concepções espontâneas de conceitos da disciplina Eletricidade e Magnetismo. Estudos complementares estão sendo realizados com o objetivo de comparar o efeito de diferentes estratégias na desconstrução destas concepções.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, 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, p. 362-384, 2013.

BALEN, O; VILLAS-BOAS, V.; CATELLI, F. Concepções Alternativas e Aprendizagem Ativa em um Contexto de Ensino - Aprendizagem de Circuitos Elétricos nas Físicas Introdutórias para Engenheiros. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2008, São Paulo. **Anais**. São Paulo, 2008.

BONWELL, C. C.; EISON, J. A. **Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. 1991 ASHE-ERIC Higher Education Reports**. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Washington, DC 20036-1183, 1991.

CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v.69, p. 970-977, 2001.

DUNLOSKY, J.; RAWSON, K. A.; MARSH, E. J.; NATHAN, M. J.; WILLINGHAM, D. T. Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. **Psychological Science in the Public Interest**, v.14, n.1, p. 4-58, 2013.

ENGELHARDT, P. V.; BEICHNER, R. J. Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. **American Journal of Physics**, v.72, n.1, p. 98-115, 2004.

HUGHES, M. J. How I Misunderstood Newton's Third Law. **The Physics Teacher**, v. 40, n. 6, p.381-382, 2002.

MADSEN, A.; McKAGAN, S. B; SAYRE, E. C. How physics instruction impacts students' beliefs about learning physics: A meta-analysis of 24 studies. **Physical Review Special Topics-Physics Education Research**, v.11, n.1, 010115, 2015.

MARTIN-BLAS, T.; SEIDEL, L.; SERRANO-FERNÁNDEZ, A. Enhancing Force Concept Inventory diagnostics to identify dominant misconceptions in first-year engineering physics. **European Journal of Engineering Education**, v.35, n.6, p. 597-606, 2010.

MASSON, S.; POTVIN, P.; RIOPEL, M.; FOISY, L. M. B. Differences in brain activation between novices and experts in science during a task involving a common misconception in electricity. **Mind, Brain, and Education**, v.8, n.1, p. 44-55, 2014.

MAZUR, E. **Peer instruction: A revolução da Aprendizagem Ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015. 252 p.

- McCLELLAN, C. Teamwork, collaboration, and cooperation as a student learning outcome for undergraduates. **Assessment Update**, v. 28, n.1, p. 5-15, 2016.
- McDERMOTT, L. C. Millikan Lecture 1990: What we teach and what is learned - Closing the gap. **American Journal of Physics**, v.59, n.4, p. 301-315, 1991.
- MELTZER, D. E.; MANIVANNAN, K. Transforming the lecture-hall environment: The fully interactive physics lecture. **American Journal of Physics**, v.70, n.6, p. 639-654, 2002.
- MICHELET, S.; JEAN-MICHEL, A. D. A. M.; LUENGO, V. Adaptive learning scenarios for detection of misconceptions about electricity and remediation. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v.2, n.1, 2007.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- Moreira, L. P. B.; Serrano, A. Representações Mentais de Concepções Espontâneas dos Estudantes após Utilização de Softwares. **RENOTE**, v.11, n.3, 2013.
- PEDUZZI, S. S. Concepções alternativas em Mecânica. In: PIETROCOLA, M. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC. p. 53-75, 2001.
- PICCIARELLI, V.; DI GENNARO, M.; STELLA, R.; CONTE, E. A Study of University Students' Understanding of Simple Electric Circuits Part 1: Current in d.c. Circuits. **European Journal of Engineering Education**, v.16, n.1, p. 41-56, (1991).
- REDISH, E. F.; STEINBERG, R. N. Teaching physics: Figuring out what works. **Physics Today**, v.52, n.1, p. 24-30, 1999.
- SILVEIRA, F. L. Um teste para verificar se o respondente possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. In: ROCHA, João Bernardes da. **Física no ensino médio: falhas e soluções**. Porto Alegre: Edipucrs, p. 61-67, 2011.
- TALIM, Sérgio Luiz. Dificuldades de Aprendizagem na Terceira Lei de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 16, n. 2, p.141-153, 1999.
- URE, M. H. et al. Concepciones Intuitivas de los Estudiantes (de Educación Media y la Universidad) sobre el Principio de Acción y Reacción. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.16, p. 120-128, 1994.
- WATKINS, J.; MAZUR, E. Retaining students in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) majors. **Journal of College Science Teaching**, v.42, n.5, p. 36-41, 2013.
- ZYLBERSZTAJN, A. Concepções espontâneas em física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.5, n.2, p. 3-16, 1983.

DECONSTRUCTION OF MISCONCEPTIONS IN PHYSICS OF ENGINEERING STUDENTS THROUGH AN ACTIVE LEARNING STRATEGY

Abstract: *In this work, we present results of a study carried out in an Electricity and Magnetism course, for Engineering students of the University of Caxias do Sul (UCS). Misconceptions were raised at the beginning of the semester and considered for the development of the course. An active learning strategy and a formative evaluative process were used to help students to deconstruct misconceptions and build meaningful learning. More specifically, we have investigated misconceptions related to Newton's Third Law, which is presented to students in the Newtonian Mechanics course and it is of extreme importance in the understanding of the basic concepts of Electricity and Magnetism.*

Key-words: *Misconceptions. Third Newton Law. Electricity. Peer Instruction*