

ANÁLISE DO GANHO CONCEITUAL DE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE CORES NO CONTEXTO DE UMA METODOLOGIA ATIVA DE APRENDIZAGEM

ANALYSIS OF CONCEPTUAL GAIN OF ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS ABOUT COLORS IN THE CONTEXT OF AN ACTIVE LEARNING METHODOLOGY

Marcelo Alves Barros¹, Dulce Cristina Jacinto Rezende², Ana Rita Lopes Mota³

¹Universidade de São Paulo/Instituto de Física de São Carlos/mbarros@ifsc.usp.br

² Universidade de São Paulo/Instituto de Física de São Carlos/duldai11@yahoo.com.br

³ CF/UM/UP, Departamento de Física e Astronomia, Universidade do Porto, Portugal
/ana.mota@fc.up.pt

Resumo

Este trabalho tem como objetivo analisar o ganho conceitual de um grupo de 64 estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental (13-14 anos) de uma escola particular do município do Rio de Janeiro/RJ, envolvidos na metodologia ativa de aprendizagem *Peer Instruction*. O tópico trabalhado foi o estudo do fenômeno das cores e os temas abordados foram: cores primárias da luz (sistema RGB), cores secundárias da luz (sistema CMYK), formação de cores primárias por reflexão da luz, formação de cores secundárias por reflexão da luz, formação de cores primárias por transmissão da luz e formação de cores secundárias por transmissão da luz. Como instrumento de coleta de dados utilizamos as respostas dos estudantes a um teste conceitual antes e depois da aplicação do método *Peer Instruction*. Análises quantitativas do pré e pós-teste revelaram que os estudantes tiveram um ganho conceitual em suas concepções sobre o fenômeno das cores. Como conclusão destacamos a importância do *Peer Instruction* como uma metodologia ativa facilitadora da aprendizagem conceitual dos estudantes.

Palavras-chave: Cores, Mudança Conceitual, Aprendizagem Ativa, Peer Instruction, Ensino Fundamental.

Abstract

This work aims to analyze the conceptual change of a group of 64 students from the 9th grade of elementary school (13-14 years old) from a private school in the city of Rio de Janeiro/RJ, involved in the active learning methodology: Peer Instruction. The topic worked was the study of the phenomenon of colors and the topics covered were: primary colors of light (RGB system), secondary colors of light (CMYK system), formation of primary colors by reflection of light, formation of secondary colors by reflection of light, formation of primary colors by light transmission and formation of secondary colors by light transmission. As a data collection instrument, we used the students' responses to a conceptual test before and after the Peer Instruction application. Quantitative analyzes of the pre- and post-test revealed that the students had a conceptual gain in their conceptions about the

phenomenon of colors. In conclusion, we highlight the importance of Peer Instruction as an active methodology that facilitates students' conceptual learning.

Keywords: Colors, Conceptual Change, Active Learning, Peer Instruction, Elementary School.

Introdução

Tendências na área de Educação em Ciências nas últimas décadas têm apontado para uma multiplicidade de abordagens teóricas e metodológicas no que diz respeito ao entendimento do processo de aprendizagem dos estudantes em sala de aula. Cada vez mais pesquisadores da área têm compartilhado do consenso de que os estudantes desenvolvem habilidades de raciocínio complexas de forma mais eficaz quando estão ativamente envolvidos com o material que eles estão estudando, assim como argumentam que atividades cooperativas são uma excelente forma de implicar os estudantes ativamente em sua própria aprendizagem.

Dentro desta perspectiva, uma aprendizagem ativa implica na construção do conhecimento científico mediado pelo compartilhamento de significados entre professor-estudantes e estudantes-estudantes. Como resposta a estas descobertas muitas metodologias foram concebidas para melhorar a compreensão dos estudantes, que vão desde modificações dos cursos tradicionalmente ministrados para uma completa reformulação dos mesmos. Como exemplos destas metodologias podemos citar: *peer instruction*, *project-based learning (PBL)*, *flipped classroom*, *team-based learning (TBL)*, *game-based learning* etc.

Entre estas metodologias destacamos o método *Peer Instruction* desenvolvido nos anos 1990 pelo professor Eric Mazur na Universidade de Harvard. Neste trabalho temos como objetivo investigar o ganho conceitual sobre cores de um grupo de 64 estudantes do 9º ano do ensino fundamental (13-14 anos) envolvidos na metodologia ativa de aprendizagem *Peer Instruction*.

O Método *Peer Instruction*

O método *Peer Instruction* apresenta uma proposta que pretende envolver ativamente os estudantes durante as aulas. Ao invés de assistir ao professor transmitir informações, as aulas baseadas neste método são estruturadas em pequenas apresentações de conceitos principais seguidas de testes conceituais de múltipla escolha para os estudantes responderem individualmente e depois discutirem com os colegas.

As aulas baseadas no método *Peer Instruction* exigem que cada estudante aplique os conceitos fundamentais que estão sendo ensinados e, em seguida, forneçam explicações destes conceitos para seus colegas.

Em linhas gerais podemos descrever o método *Peer Instruction* em sete etapas bastante características: 1) o professor propõe uma pergunta na forma de um teste conceitual, 2) os estudantes pensam individualmente na resposta, 3) os estudantes votam pela primeira vez, 4) os estudantes discutem e convencem seus colegas, 5) os estudantes votam pela segunda vez, 6) o professor fornece feedback das respostas e 7) o professor explica a resposta correta.

Um esquema de implementação do método *Peer Instruction* é apresentado

na Figura 1. De acordo com essa figura, o método *Peer Instruction* é uma proposta para testes conceituais cujas respostas dos estudantes situa-se, após a primeira votação, entre 30% e 70% das respostas corretas. Caso as respostas dos estudantes sejam maiores do que 70% das respostas corretas, o professor deve partir direto para a explanação do conceito e ir para o próximo teste, já que esse não apresenta uma dificuldade para a maioria da classe. Caso as respostas, após a primeira votação, sejam menores do que 30% das respostas corretas, a recomendação é apresentar novamente o conceito e realizar um novo teste conceitual sobre o mesmo conceito.

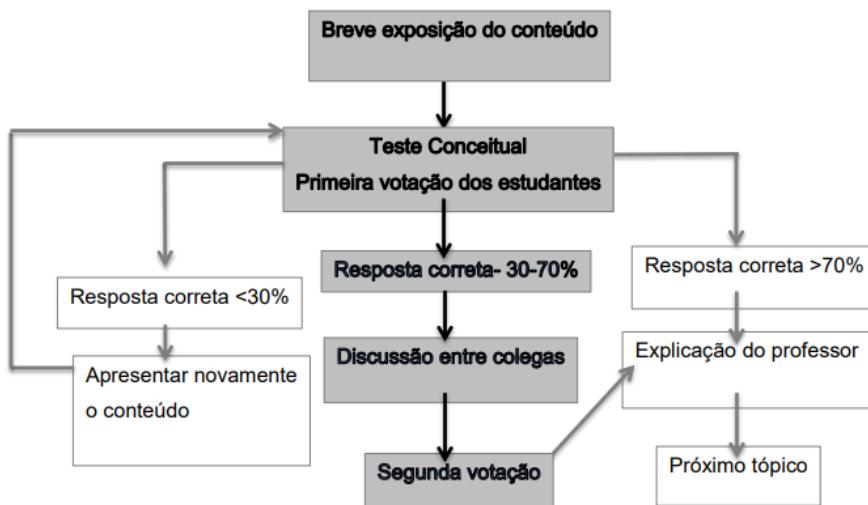


Figura 1 – Diagrama do processo de implementação do método *Peer Instruction*. Adaptado de (LASRY; MAZUR; WATKINS, 2008).

O principal aspecto do uso do método *Peer Instruction* é a mudança do papel do professor que passa de um transmissor de conteúdo para um facilitador ou moderador da aprendizagem, auxiliando os estudantes nas atividades, interagindo com eles e com suas questões. Neste sentido, o emprego desta metodologia ativa de aprendizagem representa uma mudança de posição em relação ao ensino, significa deslocar a atenção dada ao professor e focalizar a atenção no estudante e no aprendizado.

Pesquisas têm demonstrado que os cursos que incorporam o *Peer Instruction* como metodologia ativa de aprendizagem produzem maior desempenho dos estudantes em comparação com os cursos tradicionais baseados em aulas expositivas (Rosemberg *et al.*, 2006; Crouch *et al.*, 2007; Mazur, 2010; Araujo e Mazur, 2013; Vickrey *et al.*, 2015; Miller *et al.*, 2015; Schell & Butler, 2018; Müller *et al.*, 2017). Esses estudos mostraram que o *Peer Instruction* produz uma série de valiosos resultados de aprendizagem, tais como: melhoria na aprendizagem conceitual dos estudantes, desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, comunicação, argumentação, trabalho colaborativo e maior engajamento dos estudantes.

A modificação trazida pelo *Peer Instruction* diz respeito à transformação da postura do estudante em sala de aula. O estudante com as discussões dos testes

conceituais tem a oportunidade de falar e não ficar somente ouvindo as explicações do professor passivamente, como em uma aula tradicional. Quando ele defende a sua opinião e argumenta com seus colegas, há um aumento considerável do número de respostas corretas.

Metodologia de pesquisa e coleta dos dados

O público-alvo envolvido nesta pesquisa consistiu em um total de 64 estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental (13-14 anos) de uma escola particular no estado do Rio de Janeiro/RJ.

Os temas abordados foram: sistema aditivo e subtrativo das cores, cores primárias da luz (sistema RGB), cores secundárias da luz (sistema CMYK), formação de cores primárias por reflexão e transmissão da luz, formação de cores secundárias por reflexão e transmissão da luz.

A dinâmica de funcionamento das aulas seguiu as etapas de aplicação do método *Peer Instruction* descritas na seção anterior: 1) o professor iniciava aplicando um teste conceitual inicial (pré-teste), 2) os estudantes respondiam individualmente, 3) os estudantes discutiam em pequenos grupos suas respostas com os colegas e realizavam os experimentos, 4) os estudantes respondiam novamente ao teste conceitual após reverem suas respostas (pós-teste), 5) o professor fornecia um feedback para os estudantes e, finalmente, 6) o professor explicava a resposta correta.

A sequência de ensino

Neste trabalho adotamos a teoria tricromática dos três receptores proposta por Young-Helmholtz. Essa teoria explica que o olho humano possui três receptores, conhecidos como cones, cada qual mais sensível a um comprimento de onda, que representam as cores primárias: vermelha (R), verde (G) a azul (B). Apesar de suas limitações, esse modelo é amplamente aceito quando se trata de ensinar esse tópico em um nível introdutório, pois ele explica as principais características físicas do fenômeno das cores.

A sequência de ensino proposta foi desenvolvida ao longo de 13 aulas, com duração de 1h30min, durante o 1º semestre de 2021.

Na primeira aula o professor apresentou uma introdução sobre o estudo das cores e discutiu a metodologia de ensino com os estudantes. Na segunda e terceira aulas o professor iniciou com a aplicação de um teste conceitual que abordava o sistema RGB e CMYK (questões 1, 2 e 3). Na quarta e quinta aulas o professor iniciou com a aplicação de um teste conceitual sobre formação de cores primárias por reflexão da luz (questões 4, 5 e 6). Na sexta e sétima aulas o professor iniciou com a aplicação de um teste conceitual sobre formação de cores secundárias por reflexão da luz (questões 7, 8 e 9). Na oitava e nona aulas o professor iniciou com a aplicação de um teste conceitual sobre formação de cores secundárias por reflexão da luz (questões 10, 11 e 12). Na décima e décima primeira aulas o professor iniciou com a aplicação de um teste conceitual sobre formação de cores primárias por transmissão da luz (questões 13, 14 e 15). Na décima segunda e décima terceira aulas o professor iniciou com a aplicação de um teste conceitual sobre formação de cores secundárias por transmissão da luz (questões 16, 17 e 18).

Resultados e discussão

Como instrumento de coleta e análise dos dados foram utilizadas as respostas dos estudantes ao pré e pós-teste.

Entre as principais concepções dos estudantes sobre o fenômeno das cores encontradas em nosso trabalho no pré-teste podemos destacar: i) a cor é uma propriedade do objeto e independe da luz que incide sobre ele; ii) a cor de um objeto não depende dos filtros colocados sobre ele; iii) quando a luz branca passa por um filtro colorido, o filtro adiciona cor à luz; iv) a mistura da cor luz segue as mesmas regras da mistura da cor pigmento; v) a cor de um objeto é uma mistura de sua própria cor e a cor da luz incidente; vi) a luz tem cor e dá cor própria ao objeto; vii) a luz branca permite que você enxerge a cor real de um objeto e viii) preto e branco são cores.

Estes resultados corroboram aqueles encontrados na literatura que investigaram o ensino de cores nos mais variados contextos (Feher e Meyer, 1992; Osborne et al., 1993; Chauvet, 1996; Woolf, 1999; Viennot e Hosson, 2012; Martinez-Borreguero et al., 2013; Mota e Lopes Dos Santos, 2014 e 2018; Maurício, Valente e Chagas, 2017).

A questões do teste conceitual foram organizadas em seis grupos, distribuídos da seguinte forma:

i) no grupo 1 as questões relacionadas ao processo de formação das cores primárias (vermelho, verde e azul) e secundárias (amarelo, ciano e magenta) para a luz (questões 1, 2 e 3);

ii) no grupo 2 as questões relacionadas ao processo de formação de cores primárias por incidência de luz branca e absorção simultânea de duas cores (verde e azul, vermelho e azul, vermelho e verde), seguida da reflexão de uma única cor (vermelho, verde, azul), respectivamente (questões 4, 5 e 6);

iii) no grupo 3 as questões relacionadas ao processo de formação de cores secundárias por incidência de luz branca e absorção de uma única cor (azul, vermelho, verde), seguida da reflexão de duas cores (vermelho e verde, verde e azul, vermelho e azul), respectivamente (questões 7, 8 e 9);

iv) no grupo 4 as questões também relacionadas ao processo de formação de cores secundárias, mas desta vez exclusivamente por incidência, e posterior reflexão, de duas cores secundárias (vermelho e verde, verde e azul, vermelho e azul), respectivamente (questões 10, 11 e 12);

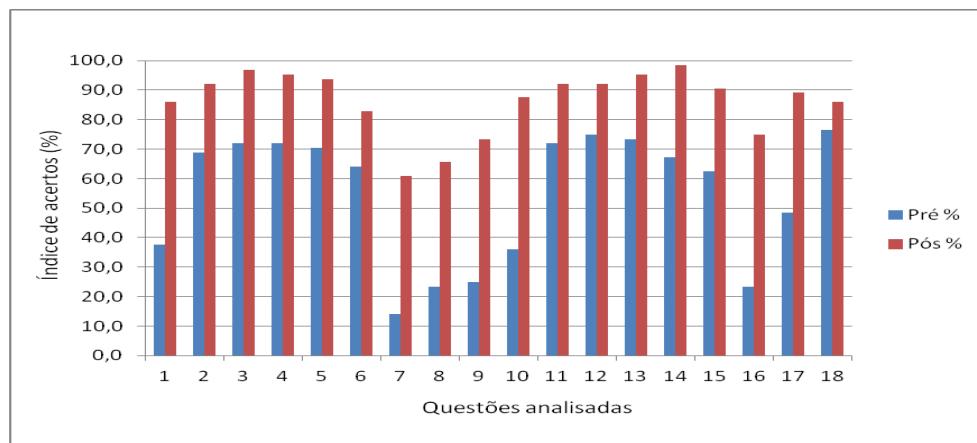
v) no grupo 5 as questões relacionadas ao processo de formação de cores primárias por incidência de luz branca e transmissão da uma única cor por um filtro de cor primária (vermelho, verde e azul) (questões 13, 14 e 15) e

vi) no grupo 6 as questões relacionadas ao processo de formação de cores secundárias por incidência de luz branca e transmissão da uma única cor por um filtro de cor secundária (amarelo, ciano e magenta) (questões 16, 17 e 18).

Para determinar o ganho conceitual na aprendizagem dos estudantes, determinamos a porcentagem de acertos dos estudantes no pré e no pós-teste, para cada pergunta. O resultado do pré-teste teve uma média de acertos igual a 34,88% e um desvio padrão de 13,92. O pós-teste teve uma média de acertos de 55,22% e

um desvio padrão de 6,91. O ganho conceitual normalizado foi de 71,68% (Hake, 1998). Com isso, pôde-se verificar o ganho conceitual na aprendizagem dos estudantes, conforme representado no gráfico 1.

Gráfico 1 – Percentagem de acertos no pré e pós-teste



Fonte: elaborada pelos autores

Analisando as questões que apresentaram maior discrepância nas respostas dos estudantes entre o pré e o pós-teste podemos destacar as questões 1, 7, 10 e, 16.

Em nossa interpretação o motivo das discrepâncias observadas especificamente para as questões acima deveu-se ao fato de que: na questão 1, que tratava da mistura aditiva das cores primárias vermelha e verde, os estudantes consideravam a cor luz amarela como primária, provavelmente, como resultado daquilo que aprenderam nas aulas de Arte ao trabalharem com mistura de cor pigmento. Neste caso, para os estudantes a mistura da cor luz seguiu as mesmas regras da mistura da cor pigmento. Na questão 7, que tratava da incidência de cor luz branca (RGB) em uma folha de papel branca que absorvia a cor azul, os estudantes não reconheciam que a cor observada (amarela) era resultado da soma das cores primárias (vermelha e verde) refletidas pela superfície do papel, de forma análoga à questão 1. Na questão 10, que tratava da incidência de cor luz vermelha e verde em uma folha de papel branca, os estudantes não reconheciam que a cor observada (amarela) era resultado da soma das cores primárias (vermelha e verde) refletidas pela superfície do papel, de forma análoga à questão 1. Finalmente, na questão 16, que tratava da incidência da cor luz branca em um filtro amarelo, os estudantes não reconheciam que a cor observada (amarela) era resultado da subtração da cor luz azul e da passagem das cores vermelha e verde.

Considerações finais

Como uma tentativa de superar a dificuldade de se ensinar o fenômeno das cores em sala de aula implementamos o método *Peer Instruction* como uma metodologia ativa que coloca o aluno como centro do processo de aprendizagem. Nossos resultados apontaram que tal metodologia contribuiu para promover um aumento no desempenho dos estudantes frente às tarefas propostas revelando-se num método eficaz para promover a aprendizagem conceitual em sala de aula. O

teste conceitual desenvolvido mostrou-se eficiente na medida em que promoveu discussões entre os alunos a partir de suas concepções alternativas e de suas dificuldades sobre o conteúdo estudado. Desta forma, buscamos contribuir para a melhoria do ensino de Física na Educação Básica e incentivar os professores a implementar o método *Peer Instruction* em seu ensino.

Referências

- ARAÚJO, I. S. e 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**, 30 (2), p. 362-384, 2013.
- CHAUVET, F. Teaching colour: designing and evaluation of a sequence **European Journal of Teacher Education**, 19, p. 121–36, 1996.
- 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.
- FEHER, E.; MEYER, K.R. Children's conceptions of colour **Journal Research Science Teaching**. v. 29, n. 5, p. 505–220, 1992.
- LASRY, N.; MAZUR, E.; WATKINS, J. Peer instruction: from Harvard to the two-year college. **American Journal of Physics**, 76(11), p. 1066(4), 2008.
- MARTINEZ-BORREGUERO, G.; PÉREZ-RODRÍGUEZ, A. L.; SUERO-LÓPEZ, M. I.; PARDO-FERNÁNDEZ, P. J. Detection of misconceptions about colour and an experimentally tested proposal to combat them. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 8, p. 1299–1324, 2013.
- MAURÍCIO, P.; VALENTE, B.; CHAGAS, I. A Teaching-Learning Sequence of Colour Informed by History and Philosophy of Science. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 15, n. 7, p. 1177-1194, 2017.
- MAZUR, E.; WATKINS, J. Just-in-Time Teaching and Peer Instruction. In: SIMKINS, S.; MAIER, M. (Eds.). **Just-In-Time Teaching**: Across the Disciplines, Across the Academy Just-In-Time Teaching. 1^a ed. Sterling: Stylus Publishing, p. 39-62, 2010.
- MILLER, K.; SCHELL, J.; HO, A.; LUKOFF, B.; MAZUR, E. Response Switching and Self-Efficacy in Peer Instruction Classrooms. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**. 11(1), 2015.
- MOTA, A.R.L.; LOPES dos SANTOS, J.M.B. Addition table of colours: additive and subtractive mixtures described using a single reasoning model. **Physics Education**, v. 49, n. 1, p. 61, 2014.
- MOTA, A.R.L.; LOPES dos SANTOS, J.M.B. Investigating student's conceptual change about colour in na innovative research-based teaching sequence. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 1, p. 95, 2018.
- MÜLLER, M.G.; ARAÚJO, I.S.; VEIT, E.A.; SCHELL, J. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015). **Revista Brasileira de Ensino de Física**. 39(3), 2017.

OSBORNE, J.F.; BLACK, P.; MEADOWS, J.; SMITH, M. Young children's (7-11) ideas about light and their development. **International Journal of Science Education**, 15(1), 83-93, 1993.

ROSENBERG, J. L.; LORENZO, M.; MAZUR, E. Peer Instruction : Making Science Engaging. In: LEONARD, J.; MINTZES, J.; WILLIAN, H. (Eds.). **Handbook of College Science Teaching**. Arlington: NSTA Press, p. 77-85, 2006.

SCHELL, J. A.; BUTLER, A. C. Insights From the Science of Learning Can Inform Evidence-Based Implementation of Peer Instruction. **Frontiers in Education**. 2018. 3:33. doi: 10.3389/feduc.2018.00033.

VICKREY, T; ROSPLOCH, K; RAHMANIAN, R; PILARZ, M; STAINS, M. Research-based implementation of peer instruction: a literature review. **CBE Life Sci Educ.** 2015. 14(1). doi: 10.1187/cbe.14-11-0198. PMID: 25713095; PMCID: PMC4353089.

VIENNOT, L. & HOSSON, C. Beyond a dichotomic approach, the case of colour phenomena. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 9, p. 1315-1336, 2012.

WOOLF, L.D. Confusing colour concepts clarified. **The Physics Teacher**, 37, 204, 1999.