

PEER INSTRUCTION E APRENDIZAGEM BASEADA EM RECUPERAÇÃO APLICADAS NUMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA PARA O ENSINO MÉDIO

PEER INSTRUCTION AND RETRIEVAL -BASED LEARNING APPLIED IN A DIDACTIC SEQUENCE ON WAVE-PARTICLE DUALITY FOR HIGH SCHOOL

Marina Valentim¹, Marcelo Alves Barros², Pedro Leonardo dos Santos Neto³

¹UFCAT/Faculdade de Educação/marinote@ufcat.edu.br

²USP/Instituto de Física de São Carlos/ Marcelo Alves Barros/mbarros@ifsc.usp.br

³Unicamp/Programa de Pós-graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática – PECIM/pe.leosn@gmail.com

Resumo

O trabalho a seguir apresenta a metodologia ativa de aprendizagem *Peer Instruction* com o objetivo de compreender a maneira como os estudantes processam informações que facilitam a construção de significados em sala de aula e como a aprendizagem baseada em recuperação, alinhada a essa metodologia, permeia a implementação de uma sequência didática sobre dualidade onda-partícula para o Ensino Médio. A coleta de dados ocorreu durante a realização de um minicurso de 8 horas/aula para um grupo de 20 estudantes de uma escola pública do município de São Carlos/SP. As características de práticas que garantem aprendizagem por recuperação presentes na estrutura do *Peer Instruction* podem ser identificadas em quatro ações principais que são: *feedback*, que ocorre durante todo o uso da metodologia sendo dado pelo professor ao final e pelos pares na discussão; repetição, ao responder a mesma questão mais de uma vez, discutir com o colega e ouvir o professor explicar o mesmo conceito; variação, maneiras diferentes de recuperar um conteúdo por meio de testes que abordam o mesmo conceito aplicados a situações diferentes e a questão do tempo, em que o aluno recupera o conhecimento em momentos diferentes fazendo atividades variadas. O desafio para futuras pesquisas é o de continuar a identificar formas mais eficazes de utilizar a recuperação como ferramenta para melhorar a aprendizagem.

Palavras-chave: peer instruction, práticas de recuperação ativa, ensino de física

Abstract

The following work presents the active learning methodology *Peer Instruction* with the aim of understanding the way in which students process information that facilitates the construction of meanings in the classroom and how retrieval-based learning, aligned with this methodology, permeates the implementation of a didactic sequence on wave-particle duality for high school. Data collection took place during an 8-hour mini-course for a group of 20 students from a public school in the city of São Carlos/SP. The characteristics of practices that guarantee learning through retrieval present in the *Peer Instruction* structure can be identified in four main actions, which are: *feedback*, which occurs throughout the use of the methodology and is given by the teacher at the

end and by peers in the discussion; repetition, answering the same question more than once, discussing with a colleague and listening to the teacher explain the same concept; variation, different ways of recovering content through tests that address the same concept applied to different situations and the issue of time, in which the student recovers knowledge at different times doing different activities. The challenge for future research is to continue to identify more effective ways of using retrieval as a tool to improve learning.

Keywords: peer instruction, retrieval practice, physics teaching

Introdução

Quando se busca o significado da palavra recuperação no dicionário, temos que recuperação é o ato ou efeito de recuperar-se, recobrar-se ou reconquistar (RECUPERAÇÃO, 2023). A definição está relacionada à recuperação de conteúdos já aprendidos ou já visitados e que necessitam de um resgate de aprendizagem. Esse resgate pode ser feito por meio de provas, ao assistir a uma palestra, participar de uma atividade em sala de aula, realizar um experimento de laboratório, realizar um debate, assistir um vídeo, se envolver em discussões e realizar atividades que também são eventos de aprendizagem em que se pode recuperar conteúdos aprendidos. A estratégia de recuperação já faz parte do ciclo de aprendizagem dos estudantes quando esses são apresentados a materiais de estudo. A recuperação envolve retirar informações da memória de longo prazo para a memória de trabalho, para que possam ser reprocessadas junto com novas informações para diversos propósitos (SCHELL; BUTLER, 2018).

O uso da estratégia de recuperação, alinhadas com as metodologias ativas de aprendizagem nas aulas de física, em especial o método *Peer Instruction*, tem ganhado espaço nas pesquisas em educação em ciências. Essa metodologia fornece aos professores um método bem estruturado e organizado que inclui uma combinação potente de atividades de aprendizagem eficazes projetadas para promover alunos ativos (SCHELL; BUTLER, 2018). Atividades de aprendizagem que contam com a participação ativa dos estudantes têm cada vez mais se tornado protagonistas da sala de aula quando se fala em aprendizagem conceitual dos estudantes em física. O *Peer Instruction* é uma metodologia que, além de tornar os estudantes ativos, modifica a sala de aula promovendo inúmeras situações de aprendizagem consideradas práticas de recuperação, tais como: apresentação do conteúdo antes da aula por meio de um vídeo ou texto, o que prepara os estudantes a aprenderem uma nova informação que

será ensinada em classe; aplicação de testes conceituais em sala de aula fornecendo *feedback* imediato para os estudantes, que normalmente só receberiam por meio de notas de provas bimestrais ou finais; aula repleta de atividades que exigem que os estudantes recuperem e utilizem informações ao se envolverem em atividades de discussão entre pares, escolha de alternativas e verificação de aprendizagem pelo *feedback* dado pelo professor.

O objetivo deste trabalho é de entender como a aprendizagem baseada em recuperação, alinhada a metodologia do *Peer Instruction* facilita ganhos de aprendizagem nos alunos. Para ilustrar as etapas do *Peer Instruction*, apresentamos a seguir um episódio de ensino retirado de um minicurso de tópicos de quântica aplicado a alunos de ensino médio na USP- São Carlos, todo realizado utilizando-se da metodologia ativa da instrução pelos colegas.

Peer Instruction e as práticas de recuperação

O professor Eric Mazur da Universidade de Harvard, motivado pela testagem dos seus estudantes no *Force Concept Inventory (FCI)*, em que verificou que esses se saíam apenas um pouco melhor nesses testes do que nos exames tradicionais (em que a abordagem conceitual não era o foco principal e que tinha um nível de dificuldade muito maior que o *FCI*), desenvolveu um método de ensino na década de 90, denominado *Peer Instruction* (Mazur, 1997). O método *Peer Instruction* envolve uma série de atividades de aprendizagem que são estruturadas nas seguintes etapas: 1) apresentação prévia do conteúdo aos estudantes, que acontece normalmente antes da aula. O professor pode enviar um vídeo ou um texto, da maneira que achar mais adequado; 2) apresentação de um teste de múltipla escolha, abordando um conceito chave conceitual importante. Após ser apresentada a questão, o estudante escolhe sua resposta sem haver nenhum diálogo com o colega; 3) discussão entre pares, os estudantes são encorajados a discutir com seus pares após a primeira escolha sobre a questão colocada; 4) os alunos votam novamente de forma individual escolhendo a alternativa que julga ser correta, confirmando a resposta que deram na primeira votação ou modificando sua escolha e 5) o professor fornece o *feedback* de acertos e erros aos alunos. Além de fornecer *feedback*, o professor discute e explica as alternativas. O teste conceitual permite a aquisição de novas informações com a utilização de um novo contexto, inclusão de informações novas e se constitui em um

momento de avaliação em que o aluno é capaz de medir a aprendizagem facilitando o seu processo de aprendizagem. Cada teste que o aluno responde fornece uma informação nova, é uma oportunidade de recuperar informações na sua memória e utilizar esses novos conteúdos somando a sua aprendizagem. As características da prática de recuperação presentes na estrutura do *Peer Instruction* podem ser identificadas em quatro ações principais que são: *feedback*, que ocorre durante todo o uso da metodologia sendo dado pelo professor ao final e pelos pares na discussão; repetição, ao responder a mesma questão mais de uma vez, discutir com o colega e ouvir o professor explicar o mesmo conceito; variação, maneiras diferentes de recuperar um conteúdo por meio de testes que abordam o mesmo conceito aplicados a situações diferentes e a questão do tempo, em que o aluno recupera o conhecimento em momentos diferentes.

Coleta e análise dos dados

A coleta de dados ocorreu durante a realização de um minicurso de 8 horas/aula sobre dualidade onda-partícula para um grupo de 20 estudantes de uma escola pública do município de São Carlos/SP. As aulas foram ministradas por uma futura professora do curso de Licenciatura em Ciências Exatas do Instituto de Física da USP de São Carlos participantes do projeto PIBID. Os testes conceituais utilizados na sequência didática foram elaborados pelos próprios alunos do projeto e outros retirados do trabalho de Pereira, Cavalcanti e Ostermann (2009). Devido a limitação de espaço, apresentaremos o resultado de um teste conceitual sobre interferência que foi apresentado aos estudantes como uma prática de recuperação inicial. Como pré-tarefa, eles realizaram a leitura do capítulo 3 do livro “*Alice no país dos Quantum: a física quântica ao alcance de todos*” (1998), no trecho que discute sobre interferência clássica e quântica.

O teste pedia aos estudantes classificarem a interferência como um efeito pertencente ao mundo clássico, quântico ou aos dois mundos. Na primeira votação, 30% dos estudantes classificaram a fenômeno da interferência como pertencente ao mundo clássico, 15% ao mundo quântico e 55% aos dois mundos. A primeira votação individual envolveu uma prática de recuperação que é a de recuperar informações sem nenhum *feedback* pelo professor. O estudante quando escolheu a sua resposta de forma isolada dos outros colegas teve a oportunidade de monitorar o seu

aprendizado verificando se a sua escolha ao final da instrução foi correta ou não. Após o *Peer Instruction*, os estudantes realizaram uma segunda votação e o percentual da resposta correta aumentou de 55% para 77%, caracterizando a interferência como pertencente aos dois mundos: clássico e quântico. O fato de repetir a votação duas vezes da mesma questão, forneceu aos estudantes a oportunidade de extraírem da memória informações e usá-las mais de uma vez, o que corrobora as descobertas da literatura sobre ciência da aprendizagem a de que a recuperação repetida da mesma questão melhora a aprendizagem (Roegier e Butler, 2011).

O episódio de ensino

A professora, no momento inicial do episódio, auxilia cada estudante a recordar a opção que escolheu e recuperar conhecimentos de outras aulas para verificar se confirmam ou não à sua opção.

1 *Professora: e aí o que vocês colocaram?*

2 *Estudante 1: coloquei A.*

3 *Professora: e você colocou o que? ((se dirige ao estudante 2))*

4 *Estudante 6: B.*

5 *Estudante 3: B.*

6 *Professora: elas colocaram a B e você que colocou a A mas acha que é a C ((se dirigindo ao estudante 1). a alternativa C coloca a interferência pertencente aos dois mundos quântico e clássico quando vocês liam no livro essa interferência... vocês entenderam essa interferência o que acontecia?... o que vocês pensam de interferência foi falada... nas outras aulas... acontecia só... vocês acham que acontecia só no mundo quântico?*

7 *Estudante 1: é o esquema das fendas né?*

8 *Estudante 2: acho que não.*

O simples ato de tentar extrair conhecimento da memória é uma oportunidade de recuperação que pode ser ou não bem-sucedida. Mesmo quando os alunos não conseguem gerar o conhecimento correto ou comentem erros o ato da recuperação de conhecimento facilita a aprendizagem subsequente, especialmente no caso do *Peer Instruction* em que os estudantes terão o *feedback* em seguida, fornecido pela professora. A forma que a professora auxilia a recuperação na escolha do teste e nas perguntas que ela faz aos alunos na bancada determina em grande parte qual conhecimento deve ser recuperado e como ele é reprocessado. A recuperação pode ser usada para a recordação de um fato simples ou até para a reconstrução de um conjunto complexo de conhecimentos com objetivo de analisar uma nova ideia. À medida que os alunos recuperam informações específicas da memória, eles também ativam o conhecimento relacionado, facilitando o acesso a esse outro conhecimento

e integrando novas informações nas estruturas de conhecimento existentes (SCHELL; BUTLER, 2018). Um ponto importante de se envolver em atividades de testes de conhecimentos recém adquiridos que exigem recuperação de conteúdo é o *feedback* que é dado aos professores e alunos à medida que são apresentados aos testes, não ficando apenas para o final do conteúdo. O *feedback* característico do *Peer Instruction* tanto na resposta dada aos testes de forma individual (verificado pelos professores), na discussão por pares (verificado pelos pares) e após a discussão por pares (verificado por todos) é um dos motores mais poderosos da aprendizagem, porque permite verificar a compreensão e resolver quaisquer potenciais lacunas.

A professora, na segunda parte do episódio (trecho a seguir), auxilia os estudantes na instrução por pares e ao mesmo tempo obtém a informação da atual compreensão dos estudantes sobre o conteúdo, o que permite a ela recuperar pontos específicos do conteúdo em uma explicação posterior.

10 *Estudante 1: sabe por que o carinha lá do clássico ele que estava explicando pra Alice também né o que era interferência como acontecia né quando ele levou ela (sic) naquela salinha lá*

11 *Professora: entendi então ele também citou no mundo...*

12 *Estudante 1: clássico.*

13 *Professora: no clássico... vocês lembram dessa parte? vocês concordam ou discordam com ele (pergunta sobre a resposta do estudante 1) busquem no livro (os estudantes folheiam e procuram na apostila do minicurso).*

14 *Estudante 4: vê aí pra você ver ((se dirigindo ao estudante 1) na última linha.*

15 *Professora: na última linha.*

16 *Estudante 1: que página?*

17 *Estudante 4: mais embaixo antes da foto aí naquele quadradinho mais escuro na última linha em cima ((o estudante 8 mostra para o estudante 1) ...aqui ó.*

18 *Professora: comparadas no experimento dele... (leitura de um trecho da apostila em voz alta)*

19 *Estudante 2: eu acho que é B.*

20 *Professora: a B? você continua com a B (se dirige a estudante 2) e você também acha? ((se dirigindo a estudante 3).*

21 *Estudante 3: também.*

22 *Professora: a interferência... essa parte (o estudante 3 mostra um trecho da apostila pra a futura professora que lê em voz alta).*

23 *Estudante 1: é a B mesmo nossa...*

24 *Professora: e aqui ó essa parte a interferência é classicamente uma propriedade das ondas (a futura professora mostra na apostila e novamente lê em voz alta para todos ouvirem).*

Nessa parte do episódio tanto os estudantes quanto a professora dão pistas que levam a resposta correta; a recuperação do conhecimento depende do valor das

pistas em um determinado contexto e de quanto essas ajudam na recuperação de informações. Para isso, tanto a professora quanto os alunos devem se aprimorar na discussão entre os pares. A professora pode melhorar a condução da discussão tentando incluir os estudantes ao fazer perguntas (dar pistas) que não revelem a resposta correta, mas que se utilize dos argumentos disponibilizados pelos alunos e provoque discussões de questões conceituais cruciais. Os alunos podem se aprimorar no convencimento dos colegas sabendo cada vez mais dar melhores explicações dos conceitos para seus colegas, exercendo o poder de convencimento. A dinâmica do *Peer Instruction* envolve convencer o colega sobre uma alternativa escolhida e isso pode exigir recuperação de conhecimentos relevantes da memória ou de aprendizagens advindas de outras fontes que o aluno teve contato.

Os estudantes são então convidados a pensar e votar novamente de forma individual. O aluno foi exposto a novas informações vindas dos colegas entre as tentativas de recuperação de conteúdo e essa votação final representa um evento de aprendizagem, em que o aluno toma decisão por si próprio após ser exposto a conhecimentos novos um tempo depois de ter sido apresentado ao teste conceitual. A prática de recuperação de conhecimento ocorre de forma repetida e espaçada no tempo. Ao final do episódio, a professora revela a resposta correta e identifica no texto trechos que a interferência é apresentada no mundo clássico e no mundo quântico com objetivo de explicar aos estudantes a alternativa correta. A professora deixa para o momento final o *feedback* das respostas, em nenhum momento do episódio a professora fornece aos alunos quais foram as alternativas escolhidas por eles e qual é a resposta correta. Os benefícios da prática de recuperação são aumentados quando há um tempo entre a primeira tentativa de recuperação e o *feedback* final em que o estudante toma conhecimento da resposta certa (SCHELL; BUTLER, 2018).

Considerações Finais

O trabalho apresentou a metodologia ativa de aprendizagem *Peer Instruction* em todas as suas etapas baseadas na aprendizagem por recuperação que podem justificar a eficácia dessa metodologia através das lentes da ciência da aprendizagem. Pode-se identificar características das práticas de aprendizagem por recuperação que estão presentes na estrutura do *Peer Instruction* e que contribuem para que essa metodologia de ensino seja eficaz em melhorar a aprendizagem. O *feedback* ocorre

no final da aplicação do teste conceitual e é fornecido pela professora sendo permitido ao estudante avaliar a sua aprendizagem. A repetição ocorre quando o aluno vota duas vezes escolhendo a resposta correta do mesmo teste, permitindo a ele recuperar conhecimento na sua memória e na discussão entre os pares podendo ou não modificar a sua escolha. A variação, também ocorre durante a metodologia e se expressa nas maneiras variadas de recuperar o mesmo conteúdo que são: por meio da discussão entre os pares em que exemplos diferentes são discutidos e pela aplicação do mesmo conceito em situações diferentes por meio de testes que abordam o mesmo conteúdo. O tempo, mesmo que seja reduzido entre a primeira e a segunda resposta do estudante, permite ao estudante recuperar o conhecimento distribuído ao longo do processo e, conseqüentemente, pensar e modificar seus conceitos. Um único ciclo de instrução por pares, como o exemplificado no trabalho, está repleto de variações nas atividades de aprendizagem: os alunos pensam por si próprios, recuperam, discutem com os colegas, recuperam novamente e depois recebem *feedback* sobre as suas respostas. O desafio das futuras pesquisas relacionado as práticas de recuperação e as metodologias ativas é de continuar a identificar formas mais eficazes de utilizar a recuperação como ferramenta para melhorar a aprendizagem.

Referências

OXFORD LANGUAGES (Org.). Recuperação. *Dicionário Online de Português*. [S.l.]: Oxford University Press, 2023. . Disponível em: <<https://languages.oup.com/google-dictionary-pt/>>.

PEREIRA, Alexsandro Pereira De; CAVALCANTI, Cláudio J De H; OSTERMANN, Fernanda. Concepções relativas à dualidade onda-partícula : uma investigação na formação de professores de Física. *Revista Electronica de Ensenanza de las Ciencias*, v. 8, n. 1, p. 72–92, 2009.

ROEDIGER, Henry L.; BUTLER, Andrew C. The critical role of retrieval practice in long-term retention. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 15, n. 1, p. 20–27, 2011.

SHELL, Julie A.; BUTLER, Andrew C. Insights From the Science of Learning Can Inform Evidence-Based Implementation of Peer Instruction. *Frontiers in Education*, v. 3, p. 1–31, 2018.