

# Prática de recuperação como estratégia para promover a aprendizagem conceitual sobre conservação de energia em sala de aula

**Marcelo Alves Barros**

Universidade de São Paulo  
mbarros@ifsc.usp.br

**Carlos Eduardo Laburú**

Universidade Estadual de Londrina  
laburu@uel.br

## Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de uma prática de recuperação, aplicada a um grupo de 35 alunos do 1º Ano do Ensino Médio de uma escola pública que participaram de um minicurso sobre o tema conservação de energia. A metodologia de ensino utilizada baseou-se nos pressupostos de uma sala de aula invertida. Na última aula, como atividade de prática de recuperação, os alunos foram solicitados a escrever um texto dissertativo-argumentativo que retratasse a obra “A Queda D’Água” de Escher (1961) como um caso de violação do princípio de conservação da energia. Os resultados encontrados mostraram que a maioria dos alunos foram capazes de correlacionar o conteúdo ensinado a obra artística. Desta forma, buscamos contribuir para os avanços das pesquisas na área de ensino de física no que diz respeito à introdução da prática de recuperação para a compreensão do processo de aprendizagem em sala de aula.

**Palavras chave:** ensino de física, prática de recuperação, troca representacional, ensino médio, Instrução pelos Colegas (IpC), Ensino sob Medida (EsM).

## Abstract

This work aims to present the results of a retrieval practice applied to a group of 35 high school students from a public school who attended in a minicourse of 8 classes of 1h30 about energy conservation. The teaching methodology used was based on the assumptions of a flipped classroom. In the last class, as the retrieval practice the students were asked to write a dissertation that portrayed the work “Waterfall” by Escher (1961) as a case of violation of principle of conservation of energy. The results found showed that the students were able to correlate the taught content with the artistic work. In this way, we seek to contribute to research in physics teaching about the understanding of the learning process in the classroom.

**Key words:** physics teaching, retrieval practice, representational exchange, high school, Peer Instruction, Just-in-Time Teaching.

## Introdução

Tendências atuais na área de educação científica têm enfatizado cada vez mais a importância da participação ativa dos aprendizes no processo de ensino.

Como resposta a estas tendências muitas metodologias centradas no aluno têm sido concebidas com o intuito de promover a aprendizagem conceitual dos estudantes, que vão desde modificações dos cursos tradicionalmente ministrados para uma completa reformulação dos mesmos.

Entre as inúmeras metodologias ativas de aprendizagem desenvolvidas podemos destacar: sala de aula invertida, aprendizagem baseada em projetos, instrução pelos colegas, ensino sob medida, aprendizagem baseada em grupos, gamificação, resolução de problemas etc. (SCHELL e BUTLER, 2018).

Um aspecto comum a todas estas metodologias é a ênfase depositada no papel central do aluno como protagonista do seu próprio processo de aprendizagem, de modo a favorecer a (re)construção cognitiva identificada como necessária para promover uma aprendizagem significativa.

Neste sentido, muitos pesquisadores da área de educação em ciências estão cada vez mais interessados em compreender a maneira pela qual os alunos processam informações e que facilitam a construção de significados.

No entanto, no que diz respeito ao processamento cognitivo de informações, um ponto-chave está relacionado ao fato de que as atividades de aprendizagem também devem envolver a percepção e a codificação de novas informações relativas à recuperação e uso das informações que já foram armazenadas na memória. Depois que os alunos já possuem um conhecimento, geralmente é muito mais eficaz que eles se envolvam em atividades que exijam a recuperação e utilização desse conhecimento em um novo contexto.

Nesta perspectiva, uma estratégia que tem ganhado destaque nas pesquisas em educação em ciências é a chamada “aprendizagem aprimorada por recuperação”<sup>1</sup>. A prática de recuperação é o ato de usar a informação da memória como uma estratégia de aprendizagem. Tal estratégia encontra seus fundamentos nos avanços recentes da ciência da aprendizagem no que diz respeito à maneira como recuperamos informações da memória (BUTLER, 2010; KARPICKE, 2012; BROWN *et al.*, 2014; SCHELL e BUTLER, 2018).

De modo sucinto, podemos dividir a memória humana em memória de trabalho e memória de longo prazo.

A memória de trabalho é o sistema de memória onde ocorre o processamento consciente da informação sensorial. A memória sensorial e de trabalho são necessárias mesmo para as atividades mais simples. É onde pequenas quantidades de informação são armazenadas por um período muito curto. Cabe destacar que a memória de trabalho é extremamente limitada em capacidade e duração. Uma pessoa só pode reter apenas alguns fragmentos de informação em sua memória de trabalho durante algum intervalo de tempo.

Por sua vez, a memória de longo prazo é o sistema de memória onde grandes quantidades de informações são armazenadas e contém uma quantidade virtualmente ilimitada de conhecimento.

Diz-se que o aprendizado ocorre quando as informações da memória de trabalho são transferidas para a memória de longo prazo por meio de processamento consciente – vinculando

---

<sup>1</sup> Aprendizagem aprimorada por recuperação (retrieval-enhanced learning).

novos conhecimentos aos que já estão armazenados em nossa memória ou conhecimento prévio. Esta é, provavelmente, uma possível razão pela qual os alunos com maior conhecimento prévio aprendem mais, e muitas vezes, mais rápido.

As pesquisas sobre a prática de recuperação (KARPICKE e ROEDIGER, 2008; KARPICKE, 2012) têm desempenhado um papel importante na compreensão de como construímos memórias profundas e suas implicações educacionais.

Utilizar o princípio da aprendizagem aprimorada por recuperação para guiar o aprendizado é uma das maneiras mais eficazes dos professores oferecerem aulas centradas nos alunos. Apesar de seus efeitos benéficos, a grande maioria dos professores não introduzem práticas de recuperação em sala de aula como uma estratégia de aprendizagem. Em vez disso, eles confiam aos alunos a leitura, releitura e revisão de materiais instrucionais, o que é muito menos eficaz para retenção e transferência de conhecimento a longo prazo (KARPICKE, 2009; ROEDIGER e BUTLER, 2011).

Entre os principais benefícios do uso da prática de recuperação podemos destacar (SCHELL e MARTIN, 2020): a recuperação aumenta a retenção, a recuperação aumenta a transferência de conhecimento, a recuperação aumenta o bem-estar socioemocional, a recuperação estimula a motivação do aluno e a recuperação ajuda os alunos a autodirigir sua aprendizagem. Portanto, os métodos de ensino que utilizam práticas de recuperação contribuem significativamente para o sucesso da aprendizagem de longo prazo dos alunos, tornando o momento da instrução em sala de aula muito mais eficaz (AGARWAL *et al.*, 2017). Indiretamente, recuperar informações ajuda a organizar materiais, informa o aprendizado atual, potencializa o aprendizado futuro, aumenta a transferência de conhecimento para novos contextos, reduz a ansiedade da avaliação e informa as abordagens de estudo.

Embora muitos educadores considerem as práticas de recuperação limitadas apenas ao treinamento e prática para resolver problemas mecânicos, quando bem utilizadas podem promover aprendizagem e compreensão para que o conhecimento possa ser recuperado da memória e transferido para novos contextos e situações.

Neste trabalho nosso objetivo principal consiste em apresentar os resultados de uma prática de recuperação como indicação da aprendizagem conceitual dos alunos sobre o tema conservação de energia, mediante troca representacional de um signo artístico em conceito científico.

## **Metodologia**

Os sujeitos desta pesquisa consistiram de um grupo de 35 alunos do 1o Ano do Ensino Médio de uma escola pública de tempo integral, do interior do estado de São Paulo/SP, que participaram de um minicurso sobre o tema conservação de energia. Este minicurso ocorreu no 2º bimestre letivo, nos períodos de maio a junho, com um total de 8 aulas semanais de 1h30 de duração.

Cabe destacar que todos os alunos participantes do minicurso já haviam estudado o princípio de conservação da energia usando energia cinética e potencial gravitacional nas aulas regulares de Física durante o 1º bimestre. Estas aulas foram planejadas e aplicadas pelo professor da turma a partir das orientações curriculares propostas no Currículo Paulista<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/>

A metodologia de ensino utilizada baseou-se nos pressupostos de uma sala de aula invertida. Antes de cada aula o professor utilizou o método de Ensino sob Medida (EsM), entregando previamente aos alunos o material para preparação individual em casa.

O Ensino sob Medida (EsM) tem por finalidade auxiliar os alunos a assumir a responsabilidade por sua aprendizagem e investigar as concepções prévias dos alunos, por meio de atividades realizadas antes da instrução. O Ensino sob Medida (EsM) possibilita estruturar as atividades de sala de aula para valorizar o trabalho em grupo e promover as habilidades de comunicação e argumentação, ao invés de aulas meramente expositivas.

Este método é realizado por meio de atividades de preparação para as aulas. Os alunos entram em contato com materiais disponibilizados pela internet na forma de atividades de leitura prévias e, após realizarem as atividades propostas durante a pré-tarefa, fornecem um *feedback* ao professor quanto à aprendizagem dos conceitos envolvidos antes da aula. O professor, a partir das dificuldades de seus alunos, estrutura a atividade de ensino focando nas dúvidas conceituais.

Segundo Novak e Middendorf (2004) (*apud* MULLER, 2013), quando os alunos têm contato com o conteúdo antes da aula acabam por aprender mais com a exposição do professor, pois entram na sala de aula melhor preparados para participar ativamente das atividades. Além disso, a explicação do professor é fundamentada em sua própria compreensão das questões relevantes.

Durante cada aula, o professor utilizou o método de Instrução pelos Colegas (IpC), implementando uma sequência didática sobre o problema da montanha-russa.

As aulas baseadas neste método são estruturadas em apresentações curtas pelo professor dos principais conceitos a serem estudados, seguidas de testes de múltipla escolha para os alunos responderem individualmente e depois discutirem com os colegas.

A implementação da sequência didática proposta seguiu a seguinte organização: 1) o professor iniciava cada aula apresentando uma questão na forma de um teste conceitual de múltipla escolha, 2) os alunos pensavam individualmente sobre a resposta, 3) os alunos votavam pela primeira vez, 4) os alunos discutiam com seus colegas, 5) os alunos votavam pela segunda vez, 6) o professor fornecia *feedback* sobre as respostas e 7) o professor explicava a resposta correta.

Uma observação importante a destacar é que este método de ensino não consiste simplesmente em “fatiar” o conteúdo a ser ensinado em partes menores. A questão em jogo é hierarquizar este conteúdo, selecionar o que é essencial e abandonar o que não seria do ponto de vista da aprendizagem do conteúdo específico.

As questões empregadas nos testes conceituais foram extraídas de testes de vestibulares sobre o clássico problema do “*looping*”. Além dos testes conceituais, o professor ainda utilizou durante as aulas uma maquete 3D de uma montanha-russa para que os alunos pudessem visualizar a trajetória de uma bolinha de metal ao fazer um “*looping*” e relacioná-la a um carrinho numa montanha-russa em um parque de diversões. Para complementar, também utilizou o simulador PhET<sup>3</sup> para mostrar e discutir a construção de uma pista virtual de skate a partir do princípio de conservação da energia mecânica, assim como sua conexão com um contexto real<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt/simulations/energy-skate-park>. Acesso em: 06/03/20023.

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Y8dIIRCbuOI>. Acesso em: 06/03/20023.

Na última aula, como atividade de prática de recuperação, os alunos foram solicitados a escrever um texto dissertativo-argumentativo que retratasse a obra “A *Queda D’Água*” de Escher (1961) como um caso de violação do princípio de conservação da energia mecânica a partir dos conceitos estudados no minicurso.

Para esta atividade os estudantes deveriam ser capazes de redigir um texto que retratasse a obra como um caso de violação do princípio de conservação da energia mecânica. Para isso, precisariam explicar que o consumo de energia para girar a roda d’água, gerando energia cinética de rotação, deriva ou provém do consumo da energia potencial gravitacional da água. Contudo, a água reaproveitada tem sua energia potencial elevada e reestabelecida novamente sem existência de uma fonte externa que realize trabalho para elevar a massa de água para o patamar original, o que viola o princípio de conservação da energia. Com isso, os alunos que compreendem o princípio deveriam perceber que a corrente d’água adquire energia potencial do nada, visto retornar ao nível energético inicial maior sem um processo físico de realização de trabalho externo, ocasionada pela ilusão de óptica construída pelo artista. A obra trata-se de um moto-contínuo que infringe o princípio de conservação da energia mecânica.

A escolha desta obra justifica-se pelos seguintes aspectos: seu tema é compatível com os conceitos físicos envolvidos com a energia mecânica e seu princípio de conservação; a obra tem força expressiva na medida em que possui caráter icônico, o que possibilita suscitar na mente do aluno impressões conceituais compatíveis com os conteúdos estudados; há uma situação de violação do princípio da conservação de energia mecânica, mas apenas flagrante para quem a interpreta à luz dos conceitos e princípio supracitados; a obra tem potencial conotativo, o que significa que convida a associações indiretas, portanto, nem óbvias nem automáticas, ou seja, não denota explicitamente os conceitos estudados (LABURÚ *et al.*, 2020).

## **Resultados**

Durante a prática de recuperação os alunos foram orientados a transcodificar a forma de representação visual da obra para a representação escrita, buscando relacioná-la com a temática do conteúdo de energia mecânica estudado nas aulas.

Para realizar um diagnóstico do nível de aprendizagem dos alunos durante a prática de recuperação utilizamos a estrutura textual produzida pelos alunos de acordo com as tipologias da descrição, narração e dissertação (SANTAELLA, 2005).

Os trechos das redações apresentadas a seguir referem-se a distintos alunose foram selecionadas em virtude de exemplificarem melhor cada tipologia discursiva. Os textos sofreram recortes por motivo de limite de espaço, supressão de redundâncias ou por deixarem de acrescentar maior elucidação ao que se está evidenciando. Os recortes abaixo procuram retratar o grau tipológico que predominou nos textos juntamente com os aspectos importantes de aprendizagem.

No que diz respeito a confiabilidade das análises, os textos passaram por um processo de triangulação por pares (PAIVA JÚNIOR; LEÃO; MELLO, 2011). Para isso, três analistas, com formação em física, examinaram os textos tomando por base as definições da parte teórica e critérios mencionados, e, em decisão conjunta, buscaram reduzir inconsistências e contradições das análises individuais de modo a compor convergências de interpretações.

### *Tipologia discursiva da descrição*

A descrição se reduz a uma enumeração, a um inventário, a uma lista do que é percebido de

imediatos, caracterizando lugares, coisas e personagens. A descrição remete à impressão do primeiro olhar, do denotado, da simples presença imediata. É um tipo discursivo que busca traduzir em palavras as qualidades das coisas. Pela própria natureza da linguagem que se desdobra no tempo através de uma palavra após a outra, fragmenta-se o objeto em partes, detalhe a detalhe, seguindo um itinerário temporal capaz de ir, passo a passo, recuperar a apreensão sensorial da percepção instantânea (Santaella, 2005, p. 292). Como essa apreensão ocorre eminentemente pelos sentidos, a descrição caracteriza-se pela tradução das apreensões sensoriais em linguagem verbal daquilo que a princípio não precisa ser refletido, mas apenas declarado. Tal tradução limita-se aos aspectos do que é percebido, retendo dos objetos os traços essenciais de sua presença.

*Aluno 1: A obra retrata uma vila com uma casa, corais, cachoeira e pessoas. Nessa imagem podemos observar, umas escadas, prédios ou casas diferenciados e em cima de uma delas tem uma pessoa colocando roupas no varal, vemos também alguns corais e uma pessoa olhando para eles, vemos uma casa do lado de um moinho de água, água com um percurso estranho. O moinho de água, aparentemente, está levando a água através de um aqueduto até o topo, onde a mesma cai de uma cascata ao chegar ao topo. Na figura podemos ver que há um caminho onde existe água corrente, e inicialmente, deduzimos ser um caminho reto, porém, quando ele acaba, a água despenca e cai onde seria o começo do trajeto.*

*Aluno 2: A casa está construída rodeada por um muro cheio de degraus, terraços e plantas. A água cai do alto e gira uma grande roda d'água. Na frente dela tem quadro plantas que eu nunca vi; têm umas plantas que parecem um coral do fundo do mar, e acho que nenhuma existe; as plantas são de uma época pré-histórica. Elas se parecem com vasos de barro para guardar cereais dos antigos egípcios. A escada perto da pessoa que está olhando no beiral é muito estranha também porque na metade ela fica muito inclinada e não dá para subir, para que servirá? É uma casa estranha, fica muito no alto, onde tem uma mulher colocando roupa para secar e em cima dos pilares têm dois objetos que parecem cristais que a gente viu na aula de química.*

Da análise dos textos acima podemos inferir que predominou uma tipologia do tipo descritiva nos textos dos alunos. Houve uma preocupação excessiva dos alunos em chamar a atenção para detalhes específicos da obra, restringindo-se tão somente a elementos capturados pela percepção visual, descartando qualquer relação essencial com os conceitos de energia mecânica estudados. Diante da apreensão ter sido eminentemente conduzida através dessa percepção, a leitura da obra foi tratada de maneira exclusivamente denotativa sem qualquer conotação com a temática das aulas. A prática de recuperação utilizada forneceu indicação de que os alunos não compreenderam o conteúdo ensinado.

#### *Tipologia discursiva da narração*

A narração é concebida como o momento em que se iniciam os verbos de ação e a linguagem se estrutura em uma sucessão de eventos sequenciados temporalmente ou em contiguidade. Caracteriza-se por ações e eventos no tempo, em ordem sequencial linear ou não. Todo discurso narrativo precisa integrar uma sucessão de eventos ou experiências em uma unidade da mesma ação, de modo que os fatos sejam organizados em elementos comuns. Onde não há sucessão e integração em uma unidade de ação, não há narrativa, mas apenas justaposição cronológica, a enunciação de uma sucessão de eventos descoordenados e correlacionados (Santaella, 2005, p. 322). Nesse sentido, é um tipo de discurso verbal que se distingue pelo registro linguístico de

sucessivos eventos ou situações que se sobrepõem e se integram, gerando uma história, seja ela factual, situacional, ficcional etc.

*Aluno 3: Voltando ao percurso da água ele parece ser um percurso assim: “quase infinito”, pelo o que dá para ver a água começa da parte de baixo e vai subindo, fazendo algumas curvas até a parte de cima da cascata e assim ela cai ativando o moinho de água que está na parte de baixo e faz a água subir novamente e assim faz um ciclo “infinito”. Temos a ilusão de que a água está subindo, mas podemos observar a cascata com a água caindo, a força da gravidade a puxa para baixo.*

*Aluno 4: Comparando com o carrinho da montanha-russa, o carrinho é impulsionado com uma energia, um mecanismo, empurrando ou impulsionando ele para cima. Na questão da monta-russa, a bolinha chegou no ponto mais alto, mas para ela chegar no ponto mais alto ela precisou de energia mecânica gerada pela esteira, que ao cair gerou energia cinética e energia potencial. Na monta-russa o carrinho começa e termina no mesmo lugar. Também é possível perceber que na água tem uma roda que libera energia como acontece na montanha-russa. O percurso da água segue o mesmo princípio. Vendo o percurso da água ele também começa e termina no mesmo lugar.*

Podemos observar que os textos redigidos pelos alunos ultrapassaram a pura descrição da obra e prevaleceu uma tipologia do tipo narrativa. Há um encadeamento temporal coordenado de descrições, apesar de existirem elementos de causalidade. A prevalência se sobressai em função do texto estar fundado sob a organização de verbos de ação que não apenas juntam ideias, mas as relacionam integradamente para determinação de uma ocorrência, um fim ou necessidade; embora, os textos exibem a inserção de conceitos de física que se encontram isolados e sem compor uma articulação com o conteúdo ensinado de conservação de energia. Nos textos há confluência de uma narrativa concentrada na movimentação inerente à temática da obra, com a inserção de esparsos elementos da linguagem científica assimilados durante a instrução, mas que não auxiliam uma interpretação conotativa do quadro a partir de um ponto de vista do conceito de conservação de energia e da sua violação. Como no caso da descrição, podemos afirmar que a prática de recuperação revelou que os alunos também não alcançaram uma compreensão conceitual do conteúdo ensinado.

#### *Tipologia discursiva da interpretação*

A dissertação trata de redes conceituais logicamente estruturadas. Há a formação de hierarquias, generalidades, regularidades e sistematicidades apreciadas por meio de leis, regras e fatores causais. O conceito mais ligado à dissertação é o de argumentação e retórica. O discurso da dissertação é organizado para desenvolver conceitos, formular julgamentos e responder a perguntas com razão. Para Santaella (2005), a dissertação fundamentalmente estruturada por operações mentais que se traduzem em leis e conceitos, seu componente mais legítimo é a conceituação produzida pela convicção racional de natureza geral. No caso do conceito, seu exemplo mais simples encontra-se na definição. Portanto, a dissertação é a linguagem das formulações genéricas e convencionais.

*Aluno 5: A obra viola o princípio de conservação da energia, pois a água ganha energia cinética e não perde energia gravitacional, o que se torna uma ideia que vai contra os princípios da física. No experimento com a montanha-russa, vimos que através de um motor, a bolinha conseguia subir até o topo e, depois realizava todo o percurso novamente, por conta da energia cinética e gravitacional. Porém, na obra que está sendo trabalhada, somos*

*induzidos a entender que a água está subindo, algo que não é possível, pois viola o princípio de conservação da energia.*

*Aluno 6: A imagem mostra um ciclo da água onde a vemos subir misteriosamente, com base na física podemos relacionar esse fenômeno de subida a uma força auxiliar fora do sistema. Colocando esse cenário como uma montanha-russa, essa força seria a energia elétrica que ajuda o carrinho a subir até o topo da esteira, ou seja, sem essa força a imagem viola o princípio da conservação da energia mecânica.*

Os textos produzidos pelos alunos obedeceram a uma tipologia do tipo dissertativa. Os alunos foram capazes de realizar a troca representacional do signo artístico representado pela obra de arte e interpretá-lo como um caso de violação do princípio de conservação da energia mecânica. Os alunos relacionaram os conceitos de energia cinética e potencial gravitacional, assim como a necessidade de realização de trabalho externo para elevar a água do nível inferior para o superior da cascata. Também foram capazes de estabelecer analogia com os conceitos discutidos no problema da montanha-russa discutido nas aulas do minicurso. A leitura da obra pelos alunos ultrapassou os observáveis na medida em que eles levaram em conta vários elementos de física ensinados que não se encontravam presentes no quadro, mas estavam conotados à luz dos conhecimentos ensinados. Neste sentido, podemos inferir que a prática de recuperação permitiu que os alunos recuperassem e aplicassem os conceitos aprendidos nas aulas do minicurso e um novo contexto, o que evidencia que eles alcançaram uma compreensão dos conceitos de energia cinética e potencial gravitacional e seu princípio de conservação e, portanto, uma aprendizagem significativa.

## **Conclusões**

Este trabalho teve como foco o exame da compreensão científica dos alunos quando submetidos a uma prática de recuperação por meio do processo de transcodificação de um signo artístico em um conceito científico. Ao mesmo tempo, ao identificar a tipologia discursiva produzida pelos alunos, o trabalho mostrou que essa identificação oportuniza meio auxiliar para investigar a aprendizagem, dado que se parte da existência de uma vinculação entre as tipologias e apropriação do ensinado.

Os casos analisados corroboram a hipótese deste trabalho de que uma prática de recuperação baseada em um processo de transcodificação de um signo artístico em um conceito científico tende a estabelecer uma correspondência entre a complexidade organizacional da composição discursiva do tipo dissertativa elaborada pelos alunos e processos cognitivos de ordem superior que ultrapassam a mera memorização e compreensão.

Os resultados encontrados mostraram que as organizações dissertativas tenderam a indicar compreensão do conteúdo ao invés de formas descritivas ou narrativas. A tarefa de transcodificação possibilitada pelo trabalho artístico permitiu correlacionar o conteúdo ensinado ao tema das aulas do minicurso. A prática de recuperação proposta foi capaz de revelar o nível de compreensão dos alunos, pois não precisaram se limitar à resolução de exercícios que costumam dominar as aulas tradicionais, pois permitiu que eles recuperassem os conteúdos aprendidos e aplicassem em um novo contexto.

Aprender, lembrar e reaprender é um processo, não um produto. Em outras palavras, a prática de recuperação não é apenas uma avaliação da aprendizagem, mas também uma ferramenta de aprendizagem. Neste sentido, as práticas de recuperação desencadeiam mecanismos cognitivos-discursivos essenciais à aprendizagem e ao exercício do pensamento crítico, assim como promovem o desenvolvimento das habilidades de comunicação e argumentação

Em conclusão, destacamos que o objetivo principal do professor que implementa estratégias de ensino baseadas em práticas de recuperação deve ser o de buscar superar as dificuldades dos alunos que apresentam tipologias descritivas e narrativas para a construção de uma tipologia do tipo dissertativa. Da mesma forma, deve ser capaz de promover a mudança dos alunos para níveis cognitivos mais elevados que envolvem aplicação e análise do conhecimento aprendido, além da mera memorização. É também tarefa do professor saber avaliar essas conquistas por meio de novas formas representacionais expressivas, por meio de práticas de recuperação que possuam potencial de sofrer transcodificação para a linguagem oral ou escrita.

Com este trabalho buscamos contribuir para os avanços das pesquisas na área de ensino de física no que diz respeito à introdução de uma estratégia baseada na prática de recuperação para promover a aprendizagem conceitual dos alunos em sala de aula.

## Agradecimentos e apoios

Fapesp e CNPq.

## Referências

- AGARWAL, P. K., FINLEY, J. R., ROSE, N. S., ROEDIGER, H. L. Benefits from retrieval practice are greater for students with lower working memory capacity. *Memory* (Hove, England), 25(6), 764–771. 2017. <https://doi.org/10.1080/09658211.2016.1220579>.
- ANDERSON, L.W.; KRATHWOHL, D.R.; BLOOM, B.S. **A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives**. Editors, Lorin W. Anderson, David Krathwohl; Contributors, Peter W. Airasian ... [et Al.]. Complete ed. Longman; 2001.
- 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.
- BROWN, P.C.; ROEDIGER, H.L. 3rd; HENRY, L.; MCDANIEL, M.A. **Make It Stick: The Science of Successful Learning**, Cambridge, MA and London, England: Harvard University Press, 2014. <https://doi.org/10.4159/9780674419377>.
- BUTLER, A.C. Repeated testing produces superior transfer of learning relative to repeated studying. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition**, 36(5), 1118–1133. 2010. <https://doi.org/10.1037/a0019902>.
- CROUCH C. H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results, **American Journal of Physics**, 69, 970–977, 2001.
- CROUCH, C.H.; WATKINS, J.; FAGEN, A.P.; MAZUR, E. Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All at Once. **Research-Based Reform of University Physics**, v. 1, p. 1-55. 2007.
- KARPICKE, J.D. Metacognitive control and strategy selection: Deciding to practice retrieval during learning. **Journal of Experimental Psychology: General**, 138, 469–486. 2009.
- KARPICKE, J.D. Retrieval-Based Learning: Active Retrieval Promotes Meaningful Learning. **Current Directions in Psychological Science**, 21(3), 157–163. 2012. <https://doi.org/10.1177/0963721412443552>.

KARPICKE, J.D.; ROEDIGER, H.L. 3rd. The critical importance of retrieval for learning. **Science**, 319, 966–968. 2008. [https://doi: 0.1126/science.1152408](https://doi.org/10.1126/science.1152408).

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M.; BARROS, M. A.; ZÔMPERO, A. F. Textual Typologies Produced by Students by Transforming an Artistic Sign as Learning Indication. **Creative Education**, v. 11, p. 1843-1865, 2020.

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**. 1ª ed. Sterling: Stylus Publishing, p. 39-62, 2010.

MÜLLER, M. G. **Metodologias interativas de ensino na formação de professores de Física: um estudo de caso com o Peer Instruction**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

MÜLLER, M. G., ARAUJO, 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. 2017. [https://doi: 10.1590/1806-9126-rbef-2017-0012](https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0012).

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

PERRY T. *et al.* Cognitive science approaches in the classroom. **Education Endowment Foundation**, 2021: <https://bit.ly/3FjLueC>.

ROEDIGER, H.L. 3rd; BUTLER, A.C. The critical role of retrieval practice in long-term retention. **Trends Cognitive Science**. 2011. 15(1): 20-7. [https://doi: 10.1016/j.tics.2010.09.003](https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.09.003). Epub 2010 Oct 15. PMID: 20951630.

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

SCHELL, J.; MARTIN, R. **The Powerful Role of Testing in Student-Centered Learning and Teaching in Higher Education**. Hoidn, S., & Klemenčič, M. (Eds.). The Routledge International Handbook of Student-Centered Learning and Teaching in Higher Education (1st ed.). Routledge. 2020. <https://doi.org/10.4324/9780429259371>.