



10.22633/rpge.v29iesp3.20699



Revista on line de Política e Gestão Educacional
Online Journal of Policy and Educational Management



¹ Universidade Kafkas, Faculdade de Educação Dedeokkut, Kars, Turquia.

O IMPACTO DO ENSINO DE ESTRATÉGIAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO DESEMPENHO DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS EM FORMAÇÃO NA RESOLUÇÃO DE QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA

EL IMPACTO DE LA ENSEÑANZA DE ESTRATEGIAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL RENDIMIENTO DE LOS PROFESORES DE CIENCIAS EN FORMACIÓN EN LA RESOLUCIÓN DE PREGUNTAS DE OPCIÓN MÚLTIPLE

THE IMPACT OF TEACHING PROBLEM-SOLVING STRATEGIES ON PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS' PERFORMANCE IN SOLVING MULTIPLE-CHOICE QUESTIONS

Emine Hatun DIKEN¹
hatundiken06@gmail.com



Como referenciar este artigo:

Diken, E. H. (2025). O impacto do ensino de estratégias de resolução de problemas no desempenho dos professores de ciências em formação na resolução de questões de múltipla escolha. *Revista online de Política e Gestão Educacional*, 29(esp3), e025080. <https://doi.org/10.22633/rpge.v29iesp3.20699>

Submetido em: 02/09/2025

Revisões requeridas em: 10/09/2025

Aprovado em: 17/09/2025

Publicado em: 27/11/2025

RESUMO: Este estudo investiga o efeito do ensino de estratégias de resolução de problemas sobre o desempenho de professores de ciências em formação ao responder a questões de múltipla escolha. Adotando um desenho de estudo de caso qualitativo, a pesquisa envolveu seis professores do segundo ano do Departamento de Educação em Ciências de uma universidade na província de Kars. Os dados foram coletados por meio de seis questões de múltipla escolha de Física, Química e Biologia, juntamente com um formulário de entrevista semiestruturada. Conduzido ao longo de quatro semanas no curso "Abordagens de Aprendizagem e Ensino de Ciências", o estudo examinou as estratégias e a precisão dos participantes antes e depois da instrução em métodos cognitivos e metacognitivos de resolução de problemas. A análise de conteúdo revelou que, após receberem instruções, os participantes usaram uma gama mais ampla de estratégias cognitivas e metacognitivas de forma mais eficaz. Além disso, foi observada uma melhora moderada no número de respostas corretas. Esses resultados indicam que o ensino de estratégias de resolução de problemas influencia positivamente o desempenho dos professores em formação em questões de ciências de múltipla escolha.

PALAVRAS-CHAVE: Resolução de problemas. Estratégias de resolução de problemas. Ensino de estratégias. Estratégia cognitiva. Estratégia metacognitiva.



RESUMEN: Este estudio investiga el efecto de la enseñanza de estrategias de resolución de problemas sobre el rendimiento de los profesores de ciencias en formación al responder a preguntas de opción múltiple. Adoptando un diseño de estudio de caso cualitativo, la investigación involucró a seis profesores de segundo año del Departamento de Educación en Ciencias de una universidad en la provincia de Kars. Los datos se recopilaron mediante seis preguntas de opción múltiple de Física, Química y Biología, junto con un formulario de entrevista semiestructurada. Realizado a lo largo de cuatro semanas en el curso «Enfoques de aprendizaje y enseñanza de las ciencias», el estudio examinó las estrategias y la precisión de los participantes antes y después de la instrucción en métodos cognitivos y metacognitivos de resolución de problemas. El análisis del contenido reveló que, después de recibir instrucciones, los participantes utilizaron una gama más amplia de estrategias cognitivas y metacognitivas de manera más eficaz. Además, se observó una mejora moderada en el número de respuestas correctas. Estos resultados indican que la enseñanza de estrategias de resolución de problemas influye positivamente en el rendimiento de los profesores en formación en preguntas de ciencias de opción múltiple.

PALABRAS CLAVE: Resolución de problemas. Estrategias de resolución de problemas. Enseñanza de estrategias. Estrategia cognitiva. Estrategia metacognitiva.

ABSTRACT: This study investigates the effect of teaching problem-solving strategies on the performance of pre-service science teachers when answering multiple-choice questions. Adopting a qualitative case study design, the research involved six second-year pre-service teachers from the Department of Science Education at a university in Kars province. Data were collected using six multiple-choice questions from Physics, Chemistry, and Biology, along with a semi-structured interview form. Conducted over four weeks in the “Science Learning and Teaching Approaches” course, the study examined participants’ strategies and accuracy before and after instruction in cognitive and metacognitive problem-solving methods. Content analysis revealed that, after receiving instruction, participants used a wider range of cognitive and metacognitive strategies more effectively. Additionally, a moderate improvement was observed in the number of correct responses. These results indicate that teaching problem-solving strategies positively influences pre-service teachers’ performance on multiple-choice science questions.

KEYWORDS: Problem solving. Problem-solving strategies. Teaching of strategies. Cognitive strategy. Metacognitive strategy.

Artigo submetido ao sistema de similaridade



Editor: Prof. Dr. Sebastião de Souza Lemes

Editor Adjunto Executivo: Prof. Dr. José Anderson Santos Cruz

INTRODUÇÃO

Os indivíduos precisam ter um conjunto de habilidades para se adaptar à mudança social e à vida e crescer de forma independente e bem-sucedida. A resolução de problemas, um método de ensino-aprendizagem em ciências da educação, vem à tona para adquirir essas habilidades (Şahin, 2004). Antes de resolver um problema, é necessário definir o problema, que é uma questão de pensamento, discussão e pesquisa, e é um processo incerto e complexo (Van De Walle, 1989). Um problema é uma questão que motiva os indivíduos a encontrar uma solução, para a qual não existe uma solução padrão, e que pode ser resolvida por indivíduos usando seu conhecimento e experiência corretamente (Türenkülu & Yeşildere, 2005). O esforço para eliminar as incertezas de um problema e eliminar as dificuldades encontradas é chamado de solução de problemas (Gelbal, 1991).

A resolução de problemas envolve os alunos compreendendo um problema, projetando um método para resolvê-lo, experimentando diferentes abordagens para resolver o problema e decidindo se a solução está correta. A resolução de problemas é a exploração consciente de um tópico científico para alcançar um objetivo claramente concebido, mas não imediatamente alcançável. A resolução de problemas é o processo de confrontar novas situações e encontrar soluções novas e úteis, indo além das simples aplicações das regras aprendidas por meio de experiências anteriores para resolver um problema (Gail, 1996; Korkut, 2002). No processo de resolução de problemas, a precisão do resultado é importante, mas o caminho de solução escolhido, o que o aluno visualiza em sua mente enquanto resolve o problema, sua compreensão do problema e seu uso de estratégias para resolver o problema também são muito importantes.

Ao resolver problemas, os indivíduos usam o conhecimento da tarefa e do domínio sobre o problema, os componentes do processo de resolução de problemas e as estratégias de resolução de problemas. Em suma, as estratégias de resolução de problemas são um dos fatores significativos que afetam os processos de resolução de problemas dos alunos (Mayer, 1998). Como os alunos exibem comportamentos cognitivos e metacognitivos ao resolver problemas (Artzt & Armour Thomas, 1992), as estratégias de resolução de problemas são divididas em “estratégias cognitivas” e “estratégias metacognitivas” (Diken, 2020). As estratégias cognitivas são as ferramentas e soluções que os indivíduos usam para realizar operações mentais em processos de resolução de problemas (Karaçam, 2009). As estratégias metacognitivas, por outro lado, são estratégias usadas para avaliar se as estratégias cognitivas estão funcionando ou não, para atingir objetivos cognitivos e para controlar esses objetivos cognitivos (Çakıroğlu, 2007; Hacker, 1998). Enquanto as estratégias cognitivas apenas mostram aos indivíduos como aprender, as estratégias metacognitivas fornecem aos indivíduos as habilidades para aprender a aprender.

Estratégias cognitivas e metacognitivas estão interligadas (Flavell, 1976). Portanto, uma estratégia pode ser cognitiva e metacognitiva, dependendo da finalidade de seu uso. A maneira de decidir isso é olhar para o uso pretendido da estratégia (Flavell, 1979; Livingstone, 1997). Alguns estudos na literatura determinam estratégias cognitivas e metacognitivas de resolução de problemas (Antonietti et al., 2000; Ayres, 1993; Chi et al., 1981; Chi et al., 1989; de Jong & Ferguson-Hessler, 1986; Diken, 2014; Hammouri, 2003; Heyworth, 1999; Karaçam, 2009; Kramers Pals et al., 1983; Larkin et al., 1980; Owen & Sweller, 1985; Tutar et al., 2020). Além de identificar estratégias cognitivas e metacognitivas de resolução de problemas, ensinar essas estratégias aos alunos também é crucial (Diken, 2020; Diken, 2024). Para que os alunos tenham sucesso na resolução de problemas, é necessário ensinar-lhes estratégias de resolução de problemas, bem como o conhecimento do assunto (Arsal, 2009). Os professores devem explicar claramente aos seus alunos o que as estratégias de resolução de problemas fazem, quando devem ser usadas, como essas estratégias ajudam a resolver problemas e orientar seus alunos sobre como usar estratégias ao resolver problemas (Hartman, 2001; Pressley & Gaskins, 2006).

Neste estudo, estratégias cognitivas e metacognitivas de resolução de problemas foram ensinadas a professores de ciências em formação. Após o ensino das estratégias, foi examinado o uso de estratégias cognitivas e metacognitivas pelos professores em formação no processo de resolução das questões e se eles responderam corretamente às questões. Considera-se que o ensino de estratégias de resolução de problemas é crucial porque melhora o desempenho de resolução de problemas dos professores em formação e os incentiva a usar uma ampla variedade de estratégias cognitivas e metacognitivas.

MÉTODO

Modelo de Pesquisa

Utilizou-se um estudo de caso, um dos métodos qualitativos de pesquisa. Um estudo de caso é um tipo de pesquisa que se concentra nas questões “como” e “por que”, examinando e descrevendo profundamente um fenômeno ou evento que o pesquisador não pode controlar (Merriam, 2009; Yıldırım & Şimşek, 2008).

Participantes

Participaram do estudo seis professores em formação do 2º ano do Departamento de Educação em Ciências da Faculdade de Educação de uma universidade da província de Kars. Os nomes reais dos professores em formação foram mantidos em sigilo. Os professores em formação são chamados de “P1, P2, P3, P4, P5, P6”.

FERRAMENTAS DE COLETA DE DADOS

Sessões de Pense em Voz Alta com Questões de Múltipla Escolha

A primeira ferramenta de coleta de dados utilizada no estudo foram as sessões de pensamento em voz alta realizadas durante os processos de solução de um total de seis questões de múltipla escolha: duas da área de aprendizagem de Física, duas da área de aprendizagem de Química e duas da área de aprendizagem de Biologia. Os alunos foram solicitados a resolver três questões de múltipla escolha, uma das áreas de aprendizagem de Física, Química e Biologia, antes do ensino das estratégias, e três questões de múltipla escolha, uma de cada área de aprendizagem de Física, Química e Biologia, após o ensino das estratégias. Questões de múltipla escolha foram selecionadas do Banco de Perguntas de Ciências (Física, Química, Biologia) KPSS-ÖABT (Exame de Seleção de Pessoal Público-Teste de Conhecimento de Assunto de Professor). Duas questões da Física são sobre “Força e Equilíbrio”, duas questões da Química são sobre “Tabela Periódica” e duas questões da Biologia são sobre “Ácidos Nucleicos e Código Genético”.

A razão pela qual esses tópicos foram selecionados para as perguntas é que as perguntas relacionadas a esses tópicos provavelmente serão feitas no Exame de Seleção de Pessoal Público, que é realizado anualmente na Turquia e deve ser aprovado pelos candidatos a professores para se tornarem professores. As perguntas foram verificadas novamente por membros do corpo docente especialistas nas áreas de Física, Química e Biologia. Depois de verificar as perguntas, os membros do corpo docente confirmaram que não havia desinformação ou equívoco nas perguntas. Antes e depois do ensino das estratégias, os professores em formação foram solicitados a resolver questões de múltipla escolha em uma sessão de pensar em voz alta. A sessão de pensar em voz alta é uma técnica que determina a relação entre o desempenho dos indivíduos na resolução de problemas e outras situações que são eficazes na resolução de problemas (Van Someren et al., 1994, p. 11). Em uma sessão de pensar em voz alta, espera-se que o indivíduo expresse verbalmente seus pensamentos sobre o problema à medida que o resolve (Newell & Simon, 1972).

Neste estudo, para determinar as estratégias usadas pelos professores de ciências em formação na resolução de questões de múltipla escolha e para distinguir essas estratégias como cognitivas e metacognitivas, os professores de ciências em formação foram solicitados a resolver questões de múltipla escolha em voz alta e pensar em voz alta durante o processo de resolução de problemas. Antes da implementação do estudo, a pesquisadora fez as explicações necessárias sobre o fato de que pensar em voz alta significa “verbalizar tudo na mente dos professores em formação enquanto resolve questões de múltipla escolha”. Os processos de resolução das questões dos professores em formação com sessões de pensamento em voz alta foram registrados pela pesquisadora.

Formulário de entrevista semiestruturada

O segundo instrumento de coleta de dados utilizado no estudo é o formulário de entrevista semiestruturada. O formulário de entrevista foi desenvolvido por Diken (2014). As perguntas do formulário de entrevista foram verificadas por dois docentes que estudaram resolução de problemas e estratégias cognitivas e metacognitivas. Após a checagem das questões da entrevista, os docentes reafirmaram que essas questões poderiam ser utilizadas no estudo.

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os professores em formação antes e após o ensino das estratégias, após cada problema resolvido por meio de sessões de pensamento em voz alta. O objetivo das entrevistas semiestruturadas com os professores em formação foi reafirmar as distinções cognitivas e metacognitivas das estratégias de resolução de problemas que utilizaram na resolução de questões de múltipla escolha.

As perguntas da entrevista são as seguintes.

- 1) Ao resolver a questão, você fez coisas como usar fórmulas, sublinhar dicas, etc. Por que você fez essas coisas?
- 2) O que você se beneficiaria em fazer isso (usando fórmulas, pistas sublinhadas, etc.) ao resolver a questão?
- 3) Tem certeza de que a resposta está correta?
- 4) O que te faz ter certeza de que a resposta está correta?

Processo de implementação do estudo

As implementações do estudo foram realizadas em quatro semanas no curso “Abordagens de Ensino e Aprendizagem de Ciências”. O curso “Abordagens de Aprendizagem e Ensino de Ciências” é um curso de duas horas por semana. Os professores de ciências em formação que estudam no 2º ano de ensino de ciências fazem este curso. O docente que conduz o curso “Abordagens de Ensino e Aprendizagem de Ciências” é pesquisador e estudou estratégias cognitivas e metacognitivas. Os professores de ciências em formação que participaram voluntariamente do estudo já haviam feito cursos de Física Geral, Química Geral e Biologia Geral, portanto, conheciam as áreas de aprendizagem de Física, Química e Biologia. Durante a primeira semana de implementação, no curso “Abordagens de Aprendizagem e Ensino de Ciências”, os professores em formação foram solicitados a resolver uma questão de escolha múltipla da área de aprendizagem de Física sobre o tema ‘Força e Equilíbrio’, uma questão de escolha múltipla da área de aprendizagem de Química sobre o tema “Tabela Periódica” e uma questão de escolha múltipla da área de aprendizagem de Biologia sobre o tema “Ácidos Nucleicos e Código Genético” com sessões de pensamento em voz alta acompanhadas de gravações de câmera.

Em seguida, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com cada professor em formação, novamente com gravação em câmera. Na segunda semana de implementação, no curso “Abordagens de Ensino e Aprendizagem de Ciências”, a pesquisadora ensinou estratégias cognitivas e metacognitivas para professores em formação. Ao ensinar estratégias, a pesquisadora explicou aos professores em formação, em ordem, o que é uma estratégia, por que deve ser aprendida, sua importância e onde, quando e como pode ser usada. O pesquisador distribuiu uma lista de estratégias para os professores em formação, pediu-lhes que trabalhassem nessa lista por uma semana e aplicassem essas estratégias novamente às questões de múltipla escolha que resolvessem. Na terceira semana de implementação, no curso “Abordagens de Ensino e Aprendizagem de Ciências”, a pesquisadora pediu aos professores em formação que resolvessem as questões que haviam resolvido na primeira semana, usando as estratégias cognitivas e metacognitivas ensinadas na segunda semana de implementação.

Enquanto os professores em formação estavam resolvendo as questões, a pesquisadora os orientou a usar as estratégias. Na quarta semana de implementação, o pesquisador lembrou brevemente as estratégias cognitivas e metacognitivas para os professores em formação no curso “Abordagens de Ensino e Aprendizagem de Ciências”. As outras três questões de múltipla escolha pertencentes à disciplina “Força e Equilíbrio” da área de aprendizagem de Física, “Tabela Periódica” da área de aprendizagem de Química e “Ácidos Nucleicos e Código Genético” da área de aprendizagem de Biologia, que eram diferentes das questões que haviam resolvido antes do ensino de estratégias, foram resolvidas pelos professores em formação com sessões de pensamento em voz alta e gravação de câmera. Em seguida, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com cada professor em formação, com gravação em câmera. O processo de implementação do estudo sobre o ensino de estratégias cognitivas e metacognitivas foi concluído dessa maneira.

Análise de dados

No estudo, primeiramente, foram feitas transcrições das gravações de câmera dos processos de resolução de questões de múltipla escolha de Física, Química e Biologia por futuros professores de ciências, e das entrevistas semiestruturadas realizadas antes e depois do ensino das estratégias. As transcrições foram computadorizadas e codificadas usando um software desenvolvido para pesquisa qualitativa. No software de análise de dados qualitativos, primeiramente, duas categorias foram criadas: “Antes das Estratégias de Ensino” e “Depois das Estratégias de Ensino”. Os temas “Estratégias Cognitivas” e “Estratégias Metacognitivas” foram criados sob cada uma das categorias “Antes das Estratégias de Ensino” e “Depois das Estratégias de Ensino”. Observações de futuros professores pensando em voz alta enquanto resolviam questões de múltipla escolha, juntamente com suas respostas às perguntas da

entrevista semiestruturada sobre o propósito por trás de cada estratégia usada por cada futuro professor, foram codificadas como temas para as estratégias relacionadas.

Os códigos foram atribuídos aos temas de “Estratégias Cognitivas” e “Estratégias Metacognitivas” nas categorias “Estratégias de Ensino Antes” e “Estratégias de Ensino Depois”, as estratégias usadas pelos candidatos a professores para chegar às soluções para as questões foram codificadas sob o tema de estratégias cognitivas, enquanto as estratégias usadas para monitorar, controlar ou avaliar os processos de resolução de questões foram codificadas sob o tema de estratégias metacognitivas. Para garantir os dados obtidos da codificação, dois membros do corpo docente que tinham conhecimento suficiente sobre resolução de problemas e estratégias cognitivas e metacognitivas se reuniram para discutir a confiabilidade e a consistência dos códigos em relação a se as estratégias eram cognitivas ou metacognitivas. Após a codificação ser concluída, um conjunto de dados pertencente a um professor em serviço também foi codificado por dois membros do corpo docente, que eram os outros codificadores. A porcentagem de consistência entre os códigos fornecidos pelos codificadores foi de 96%. Nas seções de dados inconsistentes, os codificadores trabalharam juntos e chegaram a um consenso.

DESCOBERTAS

As tabelas abaixo apresentam as estratégias cognitivas e metacognitivas utilizadas por candidatos a professores ao resolver questões de múltipla escolha de Física, Química e Biologia, antes e depois do ensino de estratégias cognitivas e metacognitivas de resolução de problemas, juntamente com suas respostas corretas ou incorretas às questões. As explicações relevantes são fornecidas abaixo de cada tabela.

A Tabela 1 mostra as estratégias cognitivas usadas por futuros professores ao resolver questões de múltipla escolha de Física antes e depois do ensino das estratégias.

Tabela 1

Estratégias cognitivas utilizadas por futuros professores antes e depois das estratégias de ensino

1ª QUESTÃO DE FÍSICA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Estratégias cognitivas utilizadas antes do ensino de estratégias	Professores em formação
Examinando as Figuras	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Lendo a partir da raiz do problema	P1, P2, P3, P4
Tomada de notas	P1, P2, P3, P4
Lendo seguindo as palavras com uma caneta	P4, P5, P6
Leitura com palavras sublinhadas	P1, P2, P3
Refletindo o problema no comportamento	P 1, P 3
Diminuindo a velocidade de leitura	P5, P6

2ª QUESTÃO DE FÍSICA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Estratégias cognitivas utilizadas após o ensino de estratégias	Professores em Formação
Lendo a partir da raiz do problema	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Tentativa e erro	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Compare formas entre si	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Tomada de notas	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Eliminação de opções	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Visualização	P1, P2, P3, P4, P5
Estabelecendo equações	P1, P2, P3, P4, P5
Reflita o resultado da operação na figura	P1, P2, P3, P4, P6
Expressando com suas próprias palavras	P1, P2, P4, P5
Usando fórmulas	P1, P2, P3, P4
Valor numérico fornecido	P1, P2, P3, P4
Identificação parte por parte	P2, P3, P4, P6
Agrupamento	P1, P3, P5, P6
Leitura com palavras sublinhadas	P1, P2, P3

Nota. Elaborada pelo autor (2025).

Como pode ser visto na Tabela 1, antes do ensino das estratégias, os futuros professores de ciências resolveram a primeira questão de múltipla escolha de Física usando as seguintes estratégias cognitivas: examinando a figura (P1, P2, P3, P4, P5, P6), lendo a questão começando pela raiz (P1, P2, P3, P4), fazendo anotações (P1, P2, P3, P4), lendo enquanto traçava as palavras com um lápis (P4, P5, P6), lendo enquanto sublinhava as palavras (P1, P2, P3), refletindo o problema em seu comportamento (P1, P2, P3) e diminuindo a velocidade de leitura (P5, P6). Após o ensino das estratégias, ao resolver a segunda questão de múltipla escolha de Física, os futuros professores usaram as seguintes estratégias cognitivas: leitura da raiz da questão (P1, P2, P3, P4, P5, P6), tentativa e erro (P1, P2, P3, P4, P5, P6), comparação de figuras (P1, P2, P3, P4, P5, P6), toma de notas (P1, P2, P3, P4, P5, P6), eliminação de opções (P1, P2, P3, P4, P5, P6), visualização (P1, P2, P3, P4, P5), criação de equações (P1, P2, P3, P4, P5), reflexão do resultado da operação na figura (P1, P2, P3, P4, P6), expressão em suas próprias palavras (P1, P2, P4, P5), uso de fórmulas (P1, P2, P3, P4), atribuição de valores numéricos (P1, P2, P3, P4), definindo em partes (P2, P3, P4, P6), agrupando (P1, P3, P5, P6) e lendo enquanto sublinha palavras (P1, P2, P3).

A Tabela 2 mostra as estratégias metacognitivas usadas por futuros professores ao resolver questões de múltipla escolha de Física antes e depois do ensino das estratégias.

Tabela 2

Estratégias metacognitivas utilizadas por futuros professores antes e depois das estratégias de ensino

1ª QUESTÃO DE FÍSICA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Estratégias metacognitivas utilizadas antes do ensino de estratégias	Professores em formação
Releitura	P1, P2, P5, P6
Tomada de notas	P1, P2, P3, P4
Refletindo o problema no comportamento	P1, P2, P3
Leitura com palavras sublinhadas	P3, P5, P6
Destaques repetidos	P1, P3
Fazendo perguntas a si mesmo	P3, P5

2ª QUESTÃO DE FÍSICA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Estratégias metacognitivas utilizadas após o ensino de estratégias	Professores em formação
Releitura	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Sublinhando pistas	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Pistas envolventes	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Revisando a Figura	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Fazendo perguntas a si mesmo	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Verificando a correção da opção selecionada	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Verificando o processo de solução	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Tomada de notas	P1, P2, P3, P4, P5
Destaques repetidos	P3, P4, P5, P6
Pensando nos processos do processo de solução	P1, P2, P3, P4
Coloque uma marca na forma	P1, P2, P3, P4

Nota. Elaborada pelo autor (2025).

Como pode ser visto na Tabela 2, os futuros professores de ciências usaram as seguintes estratégias metacognitivas ao resolver a primeira questão de múltipla escolha de Física antes da instrução das estratégias: releitura (P1, P2, P5, P6), anotações (P1, P2, P3, P4), reflexão sobre o problema em seu comportamento (P1, P2, P3), leitura sublinhada (P3, P5, P6), repetição de pontos importantes (P1, P3) e perguntas a si mesmos (P3, P5). Após aprender as estratégias, os futuros professores foram observados usando a releitura (P1, P2, P3, P4, P5, P6), sublinhando pistas (P1, P2, P3, P4, P5, P6), circulando pistas (P1, P2, P3, P4, P5, P6), reexaminando a figura (P1, P2, P3, P4, P5, P6), fazendo perguntas a si mesmos (P1, P2, P3, P4, P5, P6), verificando a correção da opção (P1, P2, P3, P4, P5, P6), verificando o processo de solução

(P1, P2, P3, P4, P5, P6), tomando notas (P1, P2, P3, P4, P5, P6), repetindo destaque (P3, P4, P5, P6), pensando sobre as etapas do processo de solução (P1, P2, P3, P4) e marcando a forma (P1, P2, P3, P4) estratégias metacognitivas.

As respostas dos futuros professores às questões de Física antes e depois do ensino das estratégias são mostradas na Tabela 3.

Tabela 3

Respostas dos futuros professores às questões de Física antes e depois do ensino das estratégias

1ª QUESTÃO DE FÍSICA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Resposta dada à questão antes do ensino das estratégias	Professores em formação
Resposta correta	P1, P2
Resposta errada	P3, P4, P5, P6

2ª QUESTÃO DE FÍSICA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Resposta dada à questão após o ensino das estratégias	Professores em formação
Resposta correta	P1, P2, P3
Resposta errada	P4, P5, P6

Nota. Elaborada pelo autor (2025).

Como pode ser observado na Tabela 3, antes do ensino das estratégias, dois futuros professores (P1, P2) responderam corretamente à primeira questão de múltipla escolha de Física, enquanto quatro futuros professores (P3, P4, P5, P6) responderam incorretamente. Após o ensino das estratégias, três futuros professores (P1, P2, P3) responderam corretamente à segunda questão de Física, enquanto três futuros professores (P4, P5, P6) responderam incorretamente.

A Tabela 4 mostra as estratégias cognitivas usadas por futuros professores ao resolver questões de múltipla escolha de Química antes e depois do ensino das estratégias.

Tabela 4

Estratégias cognitivas utilizadas por futuros professores antes e depois das estratégias de ensino

1ª QUESTÃO DE QUÍMICA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Estratégias cognitivas utilizadas antes do ensino de estratégias	Professores em formação
Examinando as Tabelas	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Lendo a partir da raiz do problema	P1, P2, P3, P4
Tomada de notas	P1, P2, P3, P4
Lendo seguindo as palavras com uma caneta	P4, P5, P6
Simplificação/expansão de frações	P1, P2

2ª QUESTÃO DE QUÍMICA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Estratégias cognitivas utilizadas após o ensino de estratégias	Professores em formação
Lendo a partir da raiz do problema	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Tentativa e erro	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Comparar tabela e comentários	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Tomada de notas	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Eliminação de opções	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Expressando com suas próprias palavras	P1, P2, P4, P5
Proporcionamento	P1, P2, P3, P4
Usando fórmulas	P1, P2, P3, P4
Simplificação/expansão de frações	P1, P2, P4, P5
Leitura com palavras sublinhadas	P1, P2, P3
Reflita o resultado da operação na tabela	P1, P3, P4

Nota. Elaborada pelo autor (2025).

Como pode ser visto na Tabela 4, foi determinado que os futuros professores de ciências usaram as seguintes estratégias cognitivas ao resolver a primeira questão de múltipla escolha de Química antes do ensino das estratégias: examinar a tabela (P1, P2, P3, P4, P5, P6), ler a partir da raiz da questão (P1, P2, P3, P4), fazer anotações (P1, P2, P3, P4), ler enquanto traçava as palavras com uma caneta (P4, P5, P6) e simplificação/expansão de frações (P1, P2).

Após o ensino das estratégias, os futuros professores usaram as seguintes estratégias cognitivas ao resolver a segunda questão de múltipla escolha de Química: ler a questão começando pela raiz (P1, P2, P3, P4, P5, P6), tentativa e erro (P1, P2, P3, P4, P5, P6), comparar explicações com tabelas (P1, P2, P3, P4, P5, P6), fazer anotações (P1, P2, P3, P4, P5, P6), eliminar opções (P1, P2, P3, P4, P5, P6), expressar com suas próprias palavras (P1, P2, P4, P5), estabelecer proporções (P1, P2, P3, P4), usar fórmulas (P1, P2, P3, P4), simplificar/expandir frações (P1, P2, P4, P5), ler sublinhando palavras (P1, P2, P3) e refletir o resultado da operação na tabela (P1, P3, P4).

A Tabela 5 mostra as estratégias metacognitivas usadas por futuros professores ao resolver questões de múltipla escolha de Química antes e depois do ensino das estratégias.

Como pode ser visto na Tabela 5, antes do ensino das estratégias, os futuros professores de ciências usaram as seguintes estratégias metacognitivas ao resolver a primeira questão de múltipla escolha de Química: releitura (P1, P2, P5, P6), anotações (P1, P2, P3,

P4), reexame da tabela (P1, P2, P3), leitura sublinhando palavras (P3, P5, P6) e repetição de destaque (P1, P3).

Tabela 5

Estratégias metacognitivas utilizadas por futuros professores antes e depois das estratégias de ensino

1ª QUESTÃO DE QUÍMICA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Estratégias metacognitivas utilizadas antes do ensino de estratégias	Professores em formação
Releitura	P1, P2, P5, P6
Tomada de notas	P1, P2, P3, P4
Revisando a Tabela	P1, P2, P3
Leitura com palavras sublinhadas	P3, P5, P6
Destaques repetidos	P1, P3

2ª QUESTÃO DE QUÍMICA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Estratégias metacognitivas utilizadas após o ensino de estratégias	Professores em formação
Releitura	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Sublinhando pistas	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Pistas envolventes	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Revisando a Tabela	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Verificando a correção da opção selecionada	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Verificando o processo de solução	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Retrocedendo	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Tomada de notas	P1, P2, P3, P4, P5
Destaques repetidos	P3, P4, P5, P6
Coloque uma marca na mesa	P1, P2, P3, P4

Nota. Elaborada pelo autor (2025).

Após ensinar as estratégias, os futuros professores usaram as seguintes estratégias metacognitivas ao resolver a segunda questão de múltipla escolha de Química: releitura (P1, P2, P3, P4, P5, P6), sublinhando pistas (P1, P2, P3, P4, P5, P6), circulando pistas (P1, P2, P3, P4, P5, P6), reexaminando a tabela (P1, P2, P3, P4, P5, P6), verificando a correção da opção (P1, P2, P3, P4, P5, P6), verificando o processo de solução (P1, P2, P3, P4, P5, P6), retrocedendo (P1, P2, P3, P4, P5, P6), fazendo anotações (P1, P2, P3, P4, P5), repetindo destaque (P3, P4, P5, P6) e marcando a tabela (P1, P2, P3, P4).

A Tabela 6 mostra as respostas dos futuros professores às questões de Química antes e depois do ensino das estratégias.

Tabela 6

Respostas dos futuros professores às questões de Química antes e depois do ensino das estratégias

1ª QUESTÃO DE QUÍMICA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Resposta dada à questão antes do ensino das estratégias	Professores em formação
Resposta correta	P1, P2, P3
Resposta errada	P4, P5, P6

2ª QUESTÃO DE QUÍMICA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Resposta dada à questão após o ensino das estratégias	Professores em formação
Resposta correta	P1, P2, P3, P4
Resposta errada	P5, P6

Nota. Elaborada pelo autor (2025).

Como pode ser observado na Tabela 6, antes do ensino das estratégias, três futuros professores (P1, P2, P3) responderam corretamente à primeira questão de múltipla escolha de Química, enquanto três futuros professores (P4, P5, P6) responderam incorretamente à primeira questão de Química. Após o ensino das estratégias, quatro futuros professores (P1, P2, P3, P4) responderam corretamente à segunda questão de Química, enquanto três futuros professores (P5, P6) a responderam incorretamente.

A Tabela 7 mostra as estratégias cognitivas usadas por futuros professores ao resolver questões de múltipla escolha de Biologia antes e depois do ensino das estratégias.

Como pode ser visto na Tabela 7, antes do ensino das estratégias, os futuros professores de ciências usaram as seguintes estratégias cognitivas ao resolver a primeira questão de múltipla escolha de Biologia: examinar a figura (P1, P2, P3, P4, P5, P6), começar pela raiz da questão (P1, P2, P3, P4), ler enquanto sublinhava palavras (P1, P2, P3, P4), ler enquanto traçava palavras com uma caneta (P4, P5, P6) e diminuir a velocidade de leitura (P5, P6).

Após ensinar as estratégias, os futuros professores usaram as seguintes estratégias cognitivas ao resolver a segunda questão de múltipla escolha de Biologia, começando pela raiz da questão (P1, P2, P3, P4, P5, P6), comparando as explicações com a figura (P1, P2, P3, P4, P5, P6), comparando as explicações entre si (P1, P2, P3, P4, P5, P6), tomando notas (P1, P2, P3, P4, P5, P6), tentativa e erro (P1, P2, P3, P4, P5, P6), eliminando opções (P1, P2, P3, P4, P5, P6), relacionando as informações fornecidas na questão com a vida diária (P1, P2, P3, P4, P5), visualização (P1, P2, P3, P4) e expressando com suas próprias palavras (P1, P2, P4, P5).

Tabela 7

Estratégias cognitivas utilizadas por futuros professores antes e depois das estratégias de ensino

1ª QUESTÃO DE BIOLOGIA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Estratégias cognitivas utilizadas antes do ensino de estratégias	Professores em formação
Examinando as Figuras	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Lendo a partir da raiz do problema	P1, P2, P3, P4
Leitura com palavras sublinhadas	P1, P2, P3, P4
Lendo seguindo as palavras com uma caneta	P4, P5, P6
Diminuindo a velocidade de leitura	P5, P6

2ª QUESTÃO DE BIOLOGIA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Estratégias cognitivas utilizadas após o ensino de estratégias	Professores em formação
Lendo a partir da raiz do problema	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Comparar Figura e descrições	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Compare as descrições entre si	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Tomada de notas	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Tentativa e erro	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Eliminação de opções	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Associando o que é dado na questão com a vida cotidiana	P1, P2, P3, P4, P5
Visualização	P1, P2, P3, P4
Expressando com suas próprias palavras	P1, P2, P4, P5

Nota. Elaborada pelo autor (2025).

A Tabela 8 mostra as estratégias metacognitivas usadas por futuros professores ao resolver questões de múltipla escolha de Biologia antes e depois do ensino das estratégias.

Tabela 8

Estratégias metacognitivas utilizadas por futuros professores antes e depois das estratégias de ensino

1ª QUESTÃO DE BIOLOGIA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Estratégias metacognitivas utilizadas antes do ensino de estratégias	Professores em formação
Releitura	P1, P2, P5, P6
Tomada de notas	P1, P2, P3, P4
Leitura com palavras sublinhadas	P3, P5, P6
Destaque repetidos	P1, P3
Fazendo perguntas a si mesmo	P3, P5

2ª QUESTÃO DE BIOLOGIA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Estratégias metacognitivas usadas após o ensino das estratégias	Professores em formação
Releitura	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Pensando nos processos do processo de solução	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Sublinhando pistas	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Pistas envolventes	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Revisando a Figura	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Fazendo perguntas a si mesmo	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Verificando a correção da opção selecionada	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Verificando o processo de solução	P1, P2, P3, P4, P5, P6
Tomada de notas	P1, P2, P3, P4, P5
Destaques repetidos	P1, P2, P3, P4
Coloque uma marca na forma	P1, P2, P3, P4

Nota. Elaborada pelo autor (2025).

Como pode ser visto na Tabela 8, antes do ensino das estratégias, os futuros professores de ciências usaram as seguintes estratégias metacognitivas ao resolver a primeira questão de múltipla escolha de Biologia: releitura (P1, P2, P5, P6), tomada de notas (P1, P2, P3, P4), leitura sublinhando palavras (P3, P5, P6), repetição de destaque (P1, P3) e perguntas a si mesmo (P3, P5).

Após o ensino das estratégias, os futuros professores usaram as seguintes estratégias ao resolver a segunda questão de múltipla escolha de Biologia: releitura (P1, P2, P3, P4, P5, P6), reflexão sobre as etapas do processo de solução (P1, P2, P3, P4, P5, P6), sublinhando pistas (P1, P2, P3, P4, P5, P6), circulando pistas (P1, P2, P3, P4, P5, P6), reexaminando a figura (P1, P2, P3, P4, P5, P6), fazendo perguntas a si mesmo (P1, P2, P3, P4, P5, P6), verificando a correção da opção (P1, P2, P3, P4, P5, P6), verificando o processo de solução (P1, P2, P3, P4, P5, P6), tomando notas (P1, P2, P3, P4, P5), repetindo destaque (P1, P2, P3, P4) e marcação da figura (P1, P2, P3, P4).

A Tabela 9 mostra as respostas dos futuros professores às questões de Biologia antes e depois do ensino das estratégias.

Tabela 9

Respostas dos futuros professores às questões de Química antes e depois do ensino das estratégias

1ª QUESTÃO DE BIOLOGIA DE MÚLTIPLA ESCOLHA	
Resposta dada à questão antes do ensino das estratégias	Professores em formação
Resposta correta	P1, P2, P3,
Resposta errada	P4, P5, P6

2ª QUESTÃO DE BIOLOGIA DE MÚLTIPLA ESCOLHA

Resposta dada à questão após o ensino das estratégias	Professores em formação
Resposta correta	P1, P2, P3, P4, P5
Resposta errada	P6

Nota. Elaborada pelo autor (2025).

Como pode ser observado na Tabela 9, antes do ensino das estratégias, três futuros professores (P1, P2, P3) responderam corretamente à primeira questão de múltipla escolha de Biologia, enquanto três futuros professores (P4, P5, P6) responderam incorretamente à primeira questão de Biologia. Após o ensino das estratégias, cinco futuros professores (P1, P2, P3, P4, P5) responderam corretamente à segunda questão de Biologia, enquanto um futuro professor (P6) a respondeu incorretamente.

CONCLUSÃO E DISCUSSÃO

Depois de ensinar estratégias cognitivas e metacognitivas de resolução de problemas, enquanto resolia questões de Física de múltipla escolha, os professores de ciências em formação usaram principalmente estratégias cognitivas, como começar da raiz do problema, tentativa e erro, comparar formas, fazer anotações, eliminar opções, visualização, formular equações, refletir o resultado da operação na figura e estratégias metacognitivas, como reler, sublinhar pistas, circulando pistas, reexaminando a figura, fazendo perguntas a si mesmo, verificando a exatidão da opção e verificando o processo de solução.

Depois de ensinar as estratégias, enquanto resolia questões de Química de múltipla escolha, os professores de ciências em formação usavam principalmente estratégias cognitivas, como ler a partir da raiz da questão, tentativa e erro, comparar explicações com tabelas, fazer anotações, eliminar opções, expressar com suas próprias palavras, estabelecer proporções, usar fórmulas e simplificar/expandir frações. Eles também empregaram estratégias metacognitivas, como reler, sublinhar pistas, circular pontos-chave, reexaminar a tabela, verificar a exatidão das opções, revisar o processo de solução, retroceder e fazer anotações.

Após o ensino de estratégias, ao resolver questões de Biologia de múltipla escolha, os professores de ciências em formação usaram principalmente estratégias cognitivas, como partir da raiz da pergunta, comparar explicações com figuras, comparar explicações entre si, fazer anotações, tentativa e erro, eliminar opções e relacionar as informações da questão com a vida diária. Eles também usaram estratégias metacognitivas, como reler, pensar sobre

as etapas do processo de solução, sublinhar pistas, circular pistas, reexaminar o diagrama, fazer perguntas a si mesmo, verificar a exatidão da opção e verificar o processo de solução. Existem alguns estudos na literatura que determinam as estratégias cognitivas e metacognitivas de resolução de problemas identificadas após o ensino de estratégias (Anastasiou & Griva, 2009; Diken, 2014; Diken & Yürük, 2019; Diken, 2020; Diken, 2024; Goos et al., 2006; Karaçam, 2009; Montague, 1992; O'Malley & Chamot, 1990; Tutar et al., 2020; Weir, 1999).

Um achado digno de nota do estudo é que, após aprender estratégias de resolução de problemas, os professores em formação empregaram um maior número e variedade de estratégias cognitivas e metacognitivas ao resolver questões de múltipla escolha em comparação com as estratégias que usavam antes de aprender essas estratégias. Estudos anteriores descobriram que o ensino de estratégias de resolução de problemas aumenta o uso de estratégias pelos alunos (Altun & Arslan, 2006).

Antes do ensino de estratégias cognitivas e metacognitivas de resolução de problemas, dois professores em formação responderam corretamente à questão de Física, três professores em formação responderam corretamente à questão de Química e quatro professores em formação responderam corretamente à questão de Biologia. Após o ensino das estratégias, três professores em formação responderam corretamente à questão de Física, quatro professores em formação responderam corretamente à questão de Química e cinco professores em formação responderam corretamente à questão de Biologia. Alguns estudos determinaram que o ensino de estratégias de resolução de problemas tem um efeito positivo no desempenho dos alunos (Altun & Arslan, 2006; Arsuk & Sezgin Memnun, 2020; Chang & Lederman, 1994; Gök & Sılay, 2008; Heller et al., 1992; Hollabaugh, 1995; Leonard et al., 1996; Yazgan, 2007; Yıldızlar, 2023).

No estudo, observou-se que o número de professores em formação que responderam corretamente a cada questão aumentou em um após o ensino das estratégias. Em outras palavras, houve um pequeno aumento no número de professores em formação que responderam corretamente às perguntas após a instrução das estratégias. O uso de um grande número e variedade de estratégias cognitivas e metacognitivas por professores em formação na resolução de questões de múltipla escolha não é suficiente por si só para garantir que as perguntas sejam respondidas corretamente. O alto nível de conhecimento em Física, Química e Biologia, e a ausência de equívocos sobre as disciplinas a que as perguntas pertencem, também são necessários para que eles respondam corretamente às perguntas.

Portanto, pode-se afirmar que as estratégias utilizadas pelos licenciandos na resolução das questões são uma ferramenta para responder corretamente às questões. Nos resultados de seus estudos, Diken (2014), Diken (2020), Diken (2024), Tutar et al. (2020) descobriram que as estratégias cognitivas e metacognitivas são uma ferramenta para que os alunos alcancem as respostas corretas das questões de múltipla escolha.

Com base nos resultados obtidos no estudo, as seguintes recomendações podem ser feitas.

- 1) Estratégias cognitivas e metacognitivas de resolução de problemas podem ser ensinadas a alunos do ensino fundamental e médio.
- 2) Além das questões de múltipla escolha, os alunos podem aprender estratégias cognitivas e metacognitivas de resolução de problemas para textos científicos com questões científicas abertas.
- 3) Podem ser realizados estudos que relacionem o conhecimento do assunto e os equívocos conceituais dos alunos com o uso de estratégias em termos de número e variedade como resultado do ensino de estratégias cognitivas e metacognitivas.

REFERÊNCIAS

- Altun, M., & Arslan, Ç. (2006). A study on primary school students' learning of problem-solving strategies. *Uludağ University Faculty of Education Journal*, 19(1), 1–21. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/153279>
- Anastasiou, D., & Griva, E. (2009). Awareness of reading strategy use and reading comprehension among poor and good readers. *Elementary Education Online*, 8(2), 283–297. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/90854>
- Antonietti, A., Ignazi, S., & Perego, P. (2000). Metacognitive knowledge about problem-solving methods. *British Journal of Educational Psychology*, 70(1), 1–16. <https://doi.org/10.1348/000709900157921>
- Arsal, Z. (2009). The predictive power of problem-solving strategies on problem-solving success. *Abant İzzet Baysal University Faculty of Education Journal*, 9(1), 103–113. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/16667>
- Arsuk, S., & Sezgin Memnun, D. (2020). The effect of the teaching of problem-solving strategies supported by metacognitive strategies on problem-solving success and metacognitive skills of seventh grade students. *Muş Alpaslan University Anemon Social Sciences Journal*, 8(2), 559–573. <https://doi.org/10.18506/anemon.634989>
- Artzt, A. F., & Armour-Thomas, E. (1992). Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*, 9(2), 137–175. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0902_3
- Ayres, P. L. (1993). Why goal-free problems can facilitate learning. *Contemporary Educational Psychology*, 18(3), 376–381. <https://doi.org/10.1006/ceps.1993.1027>
- Çakıroğlu, A. (2007). *The effect of metacognitive strategy training on improving the achievement level of students having low achievement levels of reading comprehension* [Ph.D. thesis]. Gazi University.
- Chang, H. P., & Lederman, N. G. (1994). The effects of levels of cooperation within physical laboratory groups on physical science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 167–181. <https://doi.org/10.1002/tea.3660310207>
- Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13(2), 145–182. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(89\)90002-5](https://doi.org/10.1016/0364-0213(89)90002-5)
- Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5(2), 121–152. https://doi.org/10.1207/s15516709cog0502_2

- Commission. (2021). *KPSS-ÖABT-2021 science question bank* (9th ed.). Pegem Academy. <https://depo.pegem.net/9780202100302.pdf>
- De Jong, T., & Ferguson-Hessler, M. G. (1986). Cognitive structures of good and poor novice problem solvers in physics. *Journal of Educational Psychology*, 78(4), 279–288. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.78.4.279>
- Diken, E. H. (2014). *Determining the cognitive and metacognitive strategies used by 9th grade students in the solution process of multiple choice questions in the field of science* [Ph.D. thesis]. Gazi University.
- Diken, E. H. (2020). Cognitive and metacognitive strategies of 6th-grade students to answer multiple-choice questions on “human body systems.” *International Journal of Curriculum and Instruction*, 12(2), 436–456. <https://www.ijci.net/index.php/IJCI/article/view/435/202>
- Diken, E. H. (2024). Analyzing strategies employed by 7th grade students in correctly and incorrectly answering multiple-choice questions on “reproduction, growth, and development in living things.” *International Online Journal of Education and Teaching*, 11(2), 506–524. <https://iojet.org/index.php/IOJET/article/view/2103>
- Diken, E. H., & Yürük, N. (2019). Determining the cognitive and metacognitive strategies used by 9th grade students before, during, and after solving multiple choice questions in science. *Journal of Human and Social Sciences Research*, 8(2), 1071–1099. <https://doi.org/10.15869/itobiad.512341>
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 231–235). Lawrence Erlbaum.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Gail, M. (1996, June). Problem solving about problem solving: Framing a research agenda. In *Proceedings of the Annual National Educational Computing Conference*.
- Gelbal, S. (1991). Problem solving. *Hacettepe University Faculty of Education Journal*, 6, 167–173. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/88347>
- Gök, T., & Silay, İ. (2008). The effects of problem-solving strategies on students' achievement, on the cooperative learning groups in physics teaching. *Hacettepe University Faculty of Education Journal*, 34, 116–126. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/87546>
- Goos, M., Galbraith, P., & Renshaw, P. (2000). A money problem: A source of insight into problem solving action. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 13, 1–21. <https://www.cimt.org.uk/journal/pgmoney.pdf>

- Hacker, D. J. (1998). Definitions and empirical foundations. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice* (pp. 1–23). Lawrence Erlbaum Associates.
- Hammouri, H. A. M. (2003). An investigation of undergraduates' transformational problem solving strategies: Cognitive/metacognitive processes as predictors of holistic/analytic strategies. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 28(6), 571–586. <https://doi.org/10.1080/0260293032000130225>
- Hartman, H. J. (2001). Developing students' metacognitive knowledge and skills. In H. J. Hartman (Ed.), *Metacognition in learning and instruction* (pp. 33–68). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2243-8_3
- Heller, P., Keith, R., & Anderson, S. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping: Part I. Group versus individual problem solving. *American Journal of Physics*, 60(7), 627–636. <https://doi.org/10.1119/1.17117>
- Heyworth, R. M. (1999). Procedural and conceptual knowledge of expert and novice students for the solving of a basic problem in chemistry. *International Journal of Science Education*, 21(2), 195–211. <https://doi.org/10.1080/095006999290787>
- Kapa, E., & Gimbert, B. (2011). The relationship between metacognition and performance on similar and novel science problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 389–408. <https://doi.org/10.1002/tea.20406>
- Kuhn, D. (2000). Metacognitive development. *Current Directions in Psychological Science*, 9(5), 178–181. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00088>
- Kuhn, D., & Dean, D. (2004). Metacognition: A bridge between cognitive psychology and educational practice. *Theory Into Practice*, 43(4), 268–273. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4304_4
- Lee, H. S., & Kim, Y. (2014). Relationships between Korean students' problem-solving ability, cognitive strategy, and metacognitive strategy in science. *International Journal of Science Education*, 36(4), 635–661. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.857361>
- Lin, X. (2001). Designing metacognitive activities. *Educational Technology Research and Development*, 49(2), 23–40. <https://doi.org/10.1007/BF02504926>
- Livingston, J. A. (1997). *Metacognition: An overview*. State University of New York at Buffalo. <https://eric.ed.gov/?id=ED474273>
- Mayer, R. E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition* (2nd ed.). W. H. Freeman.
- Memnun, D. S., & Akkaya, R. (2009). An investigation of seventh grade students' strategies in solving mathematical problems. *Elementary Education Online*, 8(1), 143–159. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/90826>

- Mokhtari, K., & Reichard, C. A. (2002). Assessing students' metacognitive awareness of reading strategies. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 249–259. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.2.249>
- Nokes, T. J., Hausmann, R. G., VanLehn, K., & Gershman, S. (2011). Testing the instructional fit hypothesis: The case of self-explanation and direct instruction. *Instructional Science*, 39(4), 645–666. <https://doi.org/10.1007/s11251-010-9151-2>
- Oğuz, A. (2008). *The relationship between self-regulation strategies and motivational beliefs of prospective teachers* (Thesis No. 220958) [Ph.D. thesis, Gazi University].
- Özsoy, G., & Ataman, A. (2009). The effect of metacognitive strategy training on problem solving achievement. *Elementary Education Online*, 8(1), 199–213. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/90831>
- Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Pressley, M., Borkowski, J. G., & Schneider, W. (1987). Cognitive strategies: Good strategy users coordinate metacognition and knowledge. *Annals of Child Development*, 4, 80–129.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334–370). Macmillan.
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics revisited. *ZDM Mathematics Education*, 48, 341–361. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0794-8>
- Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460–475. <https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>
- Senemoğlu, N. (2009). *Development, learning and teaching: From theory to practice*. Gazi Bookstore.
- Sönmez, V. (2007). *Teaching principles and methods*. Anı Publishing.
- Swanson, H. L. (1990). Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 82(2), 306–314. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.2.306>
- Tüysüz, C. (2013). The effect of problem solving strategies on academic achievement and metacognitive awareness of prospective science teachers. *Journal of Educational Sciences Research*, 3(1), 43–59. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/77338>

- Ulu, M. (2017). The relationship between prospective mathematics teachers' problem solving skills and their metacognitive awareness. *International Journal of Research in Education and Science*, 3(2), 560–570. <https://www.ijres.net/index.php/ijres/article/view/223>
- Üredi, I., & Üredi, L. (2005). The effect of perceived problem solving skills and locus of control on academic achievement. *Mersin University Faculty of Education Journal*, 1(2), 219–228. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/161146>
- Veenman, M. V. J., Van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*, 1(1), 3–14. <https://doi.org/10.1007/s11409-006-6893-0>
- Yıldızlar, M. (2015). *The effect of problem-based learning approach on students' metacognitive awareness and problem solving skills in science course* [Master's thesis]. Balıkesir University.

CRediT Author Statement

Reconhecimentos: Não.

Financiamento: Esta pesquisa não recebeu nenhum apoio financeiro.

Conflitos de interesse: Não há conflito de interesse.

Aprovação ética: O trabalho respeitou a ética durante a pesquisa.

Disponibilidade de dados e material: Os dados e materiais utilizados no trabalho não estão disponíveis publicamente para acesso.

Contribuições dos autores: O autor contribuiu inteiramente para a obra.

Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação

Revisão, formatação, normalização e tradução

