APLICAÇÃO DA HABILIDADE DE METACOGNIÇÃO EM MÉTODOS DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

APLICACIÓN DE LA HABILIDAD DE METACOGNICIÓN A MÉTODOS SOLUCIÓN DE PROBLEMAS PARA ESTUDIANTES DE ESCUELA SECUNDARIA

APPLICATION OF METACOGNITION SKILL TO METHODS PROBLEM SOLUTION FOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Nguyen THI HUONGLAN[1]
Bui VAN NGHI[2]

RESUMO: Atualmente, os formuladores de políticas em todo o mundo estão tentando reformar o sistema educacional em geral e a educação matemática em particular para criar uma mudança fundamental no conteúdo, no currículo e nos métodos de aprendizagem de matemática dos estudantes. Esforços inovadores na educação em Matemática concentram-se em ajudar os estudantes a desenvolver as competências centrais do século 21 para criar mais opções educacionais e de carreira para os estudantes no futuro. Metacognição ou pensar em pensar refere-se à capacidade de um indivíduo de controlar seus processos de pensamento, especialmente a percepção de escolher e usar estratégias de resolução de problemas. Para encontrar soluções para os problemas mencionados, vários estudos se concentraram na compreensão do papel da metacognição nas atividades de resolução de problemas no processo de ensino de Matemática. Neste estudo vamos explorar alguns modelos metacognitivos na educação matemática, por isso, pesquisamos "Aplicação da habilidade de metacognição em métodos de solução de problemas para estudantes do ensino médio".

PALAVRAS-CHAVE: Habilidades metacognitivas. Problemas matemáticos. Alunos do ensino médio.

RESUMEN: *Actualmente, los responsables políticos de todo el mundo están tratando de reformar el sistema educativo en general y la educación matemática en particular para crear un cambio fundamental en el contenido, el plan de estudios y los métodos de aprendizaje de las matemáticas por parte de los estudiantes. Los esfuerzos innovadores en la educación matemática se centran en ayudar a los estudiantes a desarrollar las competencias básicas del siglo XXI para crear más opciones educativas y profesionales para los estudiantes en el futuro. La metacognición o pensamiento sobre el pensamiento se refiere a la capacidad de un individuo para controlar sus procesos de pensamiento, especialmente la percepción de elegir y utilizar estrategias de resolución de problemas. Para encontrar soluciones a los problemas mencionados, una serie de estudios se han centrado en comprender el papel de la*

[1] Universidade Tan Trao, Tuyên Quang – Vietnã. Estudante de doutorado. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1506-6275. E-mail: nguyenthihu.onglan@gmail.com
[2] Universidade Nacional de Educação de Hanói (HNUE), Hanói – Vietnã. Professor. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8823-8432. E-mail: nghibuivan@hnue.edu.vn

metacognición en las actividades de resolución de problemas en el proceso de enseñanza de las matemáticas. En este estudio exploraremos algunos modelos metacognitivos en la educación matemática, para ello investigamos "Aplicación de la habilidad metacognitiva a métodos de solución de problemas para estudiantes de secundaria".

***PALABRAS CLAVE**: Habilidades metacognitivas. Problemas matemáticos. Estudiantes de secundaria.*

***ABSTRACT**: Currently, policy makers around the world are trying to reform the educational system in general and Mathematics education in particular to create a fundamental change in the content, curriculum and students' methods of learning Mathematics. Innovative efforts in Mathematics education focus on helping students develop the core competencies of the 21st century to create more educational and career choices for students in the future. Metacognition or thinking about thinking refers to an individual's ability to control his or her thinking processes, especially the perception of choosing and using problem-solving strategies. To find solutions to the problems mentioned, a number of studies have focused on understanding the role of metacognition in problem solving activities in the teaching process of Mathematics. In this study we will explore some metacognitive models in Mathematics education, therefor, we research "Application of metacognition skill to methods problem solution for secondary school students".*

***KEYWORDS**: Metacognitive skills. Math problems. Secondary school students.*

Introdução

Pesquisadores de diferentes campos têm encontrado diferentes modelos de metacognição. Flavell foi o primeiro a definir o termo *metacognição*. O modelo metacognitivo proposto por Flavell serve como a base para pesquisas metacognitivas posteriores. Enquanto isso, o modelo metacognitivo proposto por Brown (1984) inclui dois componentes: conhecimento da percepção e ajuste cognitivo. O modelo metacognitivo hierárquico de Tobias e Everson (2002) tem sido utilizado no estudo do processo de ensino.

O modelo de metacognição de Flavell

Flavell introduziu os componentes da metacognição e declarou suas características, inclusive: Conhecimento metacognitivo; Experiências metacognitivas; Objetivos cognitivos; e Atividades e estratégias. A capacidade de cada indivíduo de adaptar os resultados cognitivos depende das interações entre os componentes da estratégia cognitiva, experiência cognitiva, conhecimento metacognitivo e experiência metacognitiva.

O modelo metacognitivo de Brown

Ann Leslie Brown (1943-1999) era uma psicóloga educacional americana. Seus estudos enfocam a memória humana e as estratégias de desenvolvimento da memória. Brown (1978) dividiu a metacognição em dois componentes, o conhecimento da percepção (um reflexo consciente de suas capacidades e atividades cognitivas) e o ajuste cognitivo (autoajuste na resolução de problemas). Estes dois componentes têm características próprias, mas têm uma relação mútua, se apoiando mutuamente e promovendo as atividades cognitivas dos alunos.

O modelo de metacognição de Tobias e Everson

De acordo com Tobias e Everson (2002), o metacognição é uma combinação de fatores como habilidades, conhecimento (compreensão da percepção), monitoramento do processo cognitivo dos alunos, bem como o controle desse processo. Planejamento: A primeira tarefa do estudante em uma atividade metacognitiva é o planejamento, incluindo a definição de metas de aprendizagem, tempo de aprendizagem e resultados esperados. Escolha da estratégia: Após fazer um plano, os alunos precisam escolher uma estratégia e um método apropriado para realizar essa tarefa de aprendizagem. Avaliação da aprendizagem: Ao concluir uma estratégia de aprendizagem, os alunos precisam avaliá-la, incluindo uma avaliação do processo e dos resultados alcançados em comparação com as metas estabelecidas. A avaliação é uma atividade importante que dá aos alunos uma base para ajustar sua aprendizagem. Compreendendo o monitoramento: Acompanhamento de sua própria compreensão em cada etapa, monitorando a eficácia das estratégias utilizadas para escolher a ótima.

A realidade das atividades de treinamento de habilidades metacognitivas no processo de aprendizagem de Matemática dos estudantes

Os dados obtidos da pesquisa estão relacionados aos resultados de Matemática de 100 alunos da 9ª série que participaram da pesquisa, 50 meninos e 50 meninas, na escola secundária de Phan Thiet, Ỷ La, Le Quy Don, província de Tuyen Quang, fornecendo a seguinte tabela:

Tabela 1 – Resultados de matemática dos alunos que participaram da pesquisa

Resultados da matemática	Ruim	Normal	Bom	Excelente
Quantidade (proporção)	3 (3%)	58 (52%)	34 (40%)	5 (5%)

Fonte: Elaborado pelos autores

Habilidades metacognitivas dos estudantes no processo de resolução de problemas matemáticos

A descrição das habilidades metacognitivas dos alunos no processo de resolução de problemas será realizada com cada grupo, desde a resolução de situações simples até situações complexas na pesquisa.

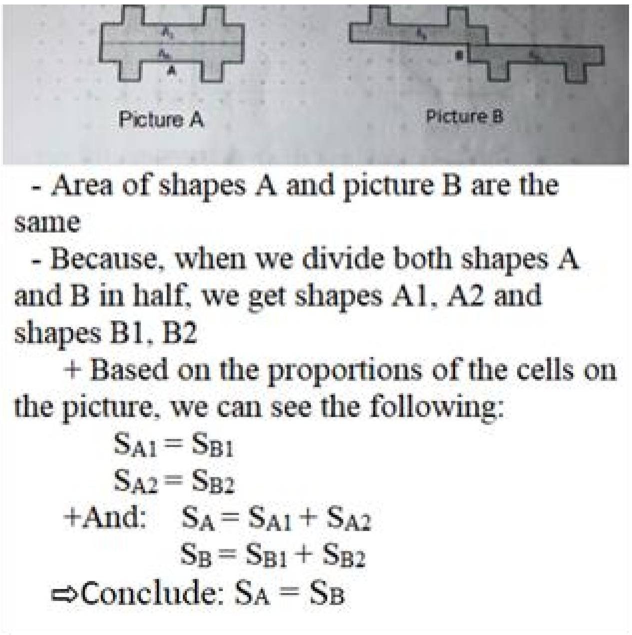
Atividades metacognitivas no processo de resolução de problemas dos estudantes

***Primeiro problema**:* Este é um problema familiar para os estudantes, portanto não tiveram dificuldade na compreensão da leitura e na resolução de problemas:

- *Passo de leitura do problema*: Os estudantes leem o problema silenciosamente e reconhecem rapidamente as exigências que o problema coloca (percepção).
- *Passo para entender o problema*: Os estudantes compreendem rapidamente a exigência do problema para comparar a área de duas formas.
- *Etapa de planejamento*: Os estudantes transferem facilmente o pedido de comparação da área de duas formas para comparar a área dos insertos contidos nas formas dadas. Os alunos deste grupo dividiram cada figura dada em dois insertos e compararam as áreas dos pequenos formatos um com o outro.
- *Etapa exploratória (percepção e metacognição):* Os estudantes percebem que a comparação da área de dois grandes formatos pode ser feita subdividindo esses grandes formatos em formatos de componentes, depois comparando a área de cada par de componentes de formação para tirar conclusões sobre a área das duas figuras originais. Este processo de comparação de área os ajudará a resolver com sucesso o problema apresentado no início.
- *Etapa de implementação*: Os estudantes dividiram a figura A e a figura B em 2 pequenas figuras. Em seguida, com base no número de quadrados em cada inserção, eles

perceberam que as áreas das inserções correspondentes na figura A e na figura B são iguais. A partir daí, eles concluem que a figura A e a figura B têm a mesma área. A imagem seguinte mostra como resolver os problemas.

Figura 1 – Compare a área da figura A e da figura B do estudante



Fonte: Acervo dos autores

- *Etapa de confirmação:* Os estudantes acreditam completamente no plano de solução de problemas que eles mesmos dão, porque são construídos sobre a ideia de dividir as grandes formas em pequenas formas de área igual. Esta é uma maneira eficiente de comparar as áreas quando elas são divididas em áreas correspondentemente iguais.

Segundo problema*:* Este é um problema que não é muito familiar aos estudantes, então eles se sentiram confusos na orientação de como resolver o problema:

- *Passo de leitura do problema*: Os alunos leem o problema silenciosamente e não demoram para reconhecer as exigências que o problema coloca (percepção).
- *Passo para entender o problema*: Os estudantes rapidamente compreendem as exigências do problema para encontrar e comparar a área de duas formas.
- *Etapa de planejamento*: Os alunos percebem que a figura A e a figura B têm formas ovais. Este é um padrão familiar em sua vida diária, mas as crianças não sabem como calcular a área dessas formas. No início, os alunos pensaram em estimar a área para comparar a área da figura A e da figura B. Eles dividiram a área da figura A e da figura B em 6 partes.

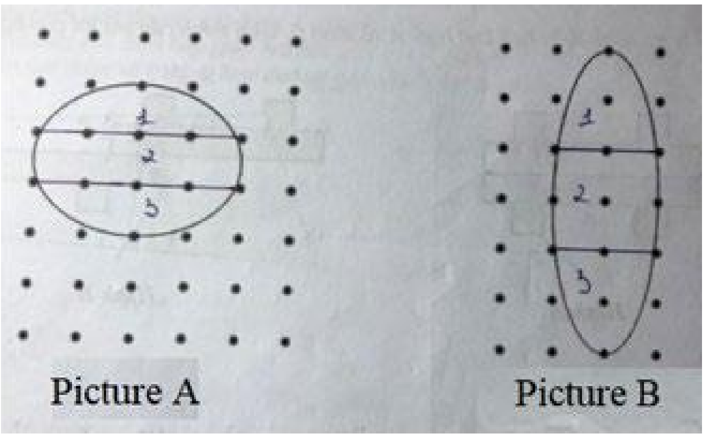
Em seguida, compararam a área das partes correspondentes. Semelhante à solução do problema 1, o método de divisão das formas grandes em pequenas figuras correspondentes de área igual foi usado pelos alunos ao resolverem este problema. Em seguida, tiveram acesso à internet para pesquisar fórmulas e calcular a área das formas ovais e, consequentemente, calcular a área das formas dadas.

• *Etapa exploratória (percepção e metacognição)*: Semelhante à solução do problema anterior, os estudantes pensam em dividir as formas dadas em componentes correspondentes e comparar, por sua vez, suas áreas. Eles também pensaram em encontrar uma fórmula geral para calcular a área oval. Utilizaram a Internet para procurar uma fórmula adequada para a área destas formas, mas não descobriram como chegar à fórmula.

• *Etapa de implementação:* No início, os estudantes dividiram a figura A e a figura B em três partes e comentaram que a área de cada parte é aproximadamente a mesma.

Portanto, conclui-se que a figura A e a figura B têm a mesma área:

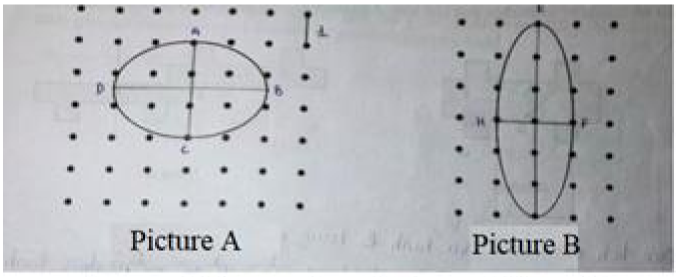
Figura 2 – Compare a área da figura A e da figura B dos estudantes



Fonte: Acervo dos autores

Então os estudantes aplicam a fórmula para calcular a área da elipse encontrada a partir de referências on-line. Eles calcularam a área da figura A e da figura B usando esta fórmula e concluíram que a figura A e a figura B têm a mesma área. A imagem a seguir mostra como os estudantes argumentam quando usam a fórmula para calcular a área de uma elipse:

Figura 3 – Compare a área da figura A e da figura B dos estudantes



- Areas of shapes A and shapes B are the same

-Because :

Suppose, the side of a small square is 1 cm

+In shape A: Let AC be the minor axis and BD the major axis of shape A

We have: $S_A = \pi . \frac{AC}{2} . \frac{BD}{2} = 3.^{\pi} (cm^2)$

+In shape B: Let EG be the major axis and HF the minor axis of shape B

We have: $S_B = \pi . \frac{EG}{2} . \frac{HF}{2} = 3.^{\pi} (cm^2)$

⇒Conclude: $S_A = S_B = 3.\pi$

Fonte: Acervo dos autores

- *Etapa de confirmação*: Os alunos do grupo 1 acreditam completamente no plano de solução de problemas que eles encontraram, isso porque encontraram a fórmula para calcular a área de formas ovais na internet (em matemática, num futuro próximo, será conhecida como a elipse).

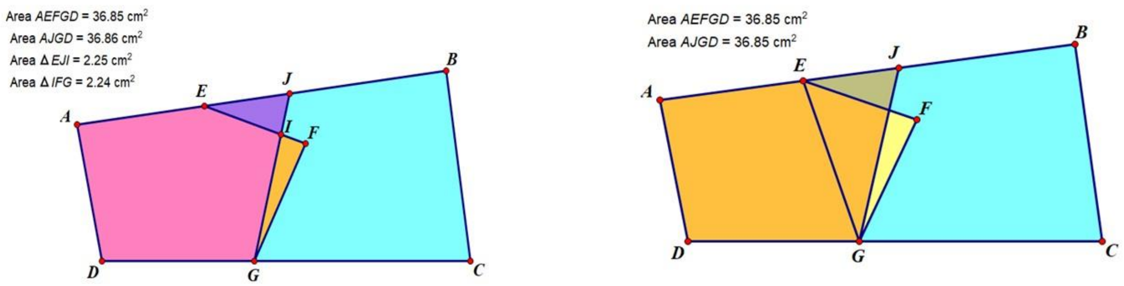
Terceiro problema: A reconstrução da cerca com outra cerca (curva com sentidos) determinada é um problema não familiar aos estudantes, portanto, no início, eles tiveram dificuldade em resolver o problema colocado:

- *Passo de leitura do problema:* Os alunos leem o problema silenciosamente e não demoram para reconhecer as exigências que o problema coloca (percepção).
- *Passo para entender o problema*: Os estudantes compreendem rapidamente as exigências do problema, que é mudar a cerca de uma estrada tortuosa para uma linha reta.
- *Etapa de planejamento:* No início, os estudantes ficaram confusos sobre qual conhecimento usar para atender às exigências da situação em questão. Eles perceberam a necessidade de mudar a exigência do problema de estimar a área de duas formas após a cerca ter sido construída. No entanto, o conhecimento e a experiência de lidar com problemas

anteriores não ajuda os estudantes a terem sucesso se eles dividirem os lotes do jardim em partes menores e estimarem sua área como na solução dos problemas encontrados em situações anteriores. Os estudantes devem usar o comando para arrastar pontos e calcular a área no software de geometria dinâmica GSP para prever e verificar os resultados obtidos. Com base nos resultados obtidos do software GSP, os estudantes previram os resultados, propondo assim uma solução para o problema colocado na situação original.

• *Etapa exploratória (percepção e metacognição):* No início, os alunos pensaram em encontrar uma linha passando por G que cruza AB no ponto J e cruza EF em I para que a área do triângulo EJI seja igual à área do triângulo IFG, então a linha GI pode ser a linha desejada. Entretanto, isso é apenas uma inferência teórica e, na prática, os alunos ficaram confusos. Então, eles usaram o software GSP para prever a localização do ponto J a ser encontrado. Então eles pegaram um ponto J móvel em DC, conectam G e J e depois moveram a posição do ponto J para prever a posição da linha a ser encontrada.

Figura 4 – Estimativa da área, arrastando o ponto

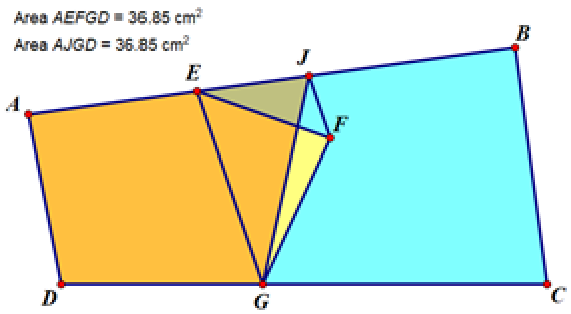


Fonte: Acervo dos autores

Os alunos notaram que quando J se move da esquerda para a direita, a área do quadrilátero AJGD aumenta gradualmente, para uma certa posição, a área deste quadrilátero será aproximadamente igual à área do primeiro jardim. Os alunos também perceberam que a posição do ponto J tem uma característica especial de que a linha FJ é quase paralela à linha EG. A partir daí, eles supõem que o ponto J a encontrar é a intersecção da linha que passa por F paralelo a EG e a linha AB.

• *Etapa de implementação:* Os estudantes traçaram uma linha através do ponto passando por F paralelo a EG e cruzando a linha AB em J. Naquele momento, eles tentaram provar que as áreas de dois polígonos AEFGB e AJGD são iguais.

Figura 5 – Dividir duas partes de jardim por uma linha reta



Fonte: Acervo dos autores

Os alunos assumem que as áreas de triângulos EFG e EJG têm a mesma área porque têm a mesma base e a mesma altura. Portanto, as áreas dos dois polígonos AEFGB e AEVD são iguais porque ambos contêm o quadrilátero AEGD. Portanto, a colocação de uma nova cerca ao longo da linha GJ irá satisfazer as exigências do problema original.

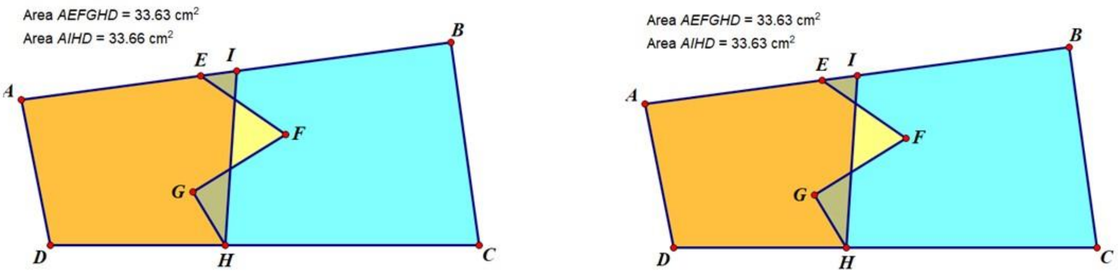
Etapa de confirmação: Os estudantes percebem que construir uma nova cerca na direção da linha reta EJ ajudará a resolver o problema colocado no início. Embora enfrentando certas dificuldades na orientação da solução, com o apoio do professor na orientação das crianças para o uso de algumas ferramentas no software GSP, o software auxiliou na orientação do projeto de resolução do método.

- Depois de conseguir reconstruir a cerca com a cerca dada como uma curva de dois sentidos, os estudantes começaram a reconstruir a cerca com a cerca dada como uma curva de três sentidos. Este é um problema semelhante, porém mais complexo do que o resolvido previamente. Os estudantes pensaram em usar o conhecimento e as experiências que aprenderam com a solução do problema mencionado acima na solução deste novo problema:
- *Passo de leitura do problema*: Os alunos leem o problema silenciosamente e não demoram para reconhecer as exigências que o problema coloca (percepção).
- *Passo para entender o problema*: os estudantes rapidamente compreendem as exigências do problema, que é mudar a cerca de uma curva de três vias para uma linha reta.
- *Etapa de planejamento*: Embora percebendo a semelhança nas declarações e exigências colocadas neste problema em comparação com o problema acima, no início, os estudantes também estavam confusos para encontrar uma maneira de mudar a cerca da estrada dobrável (três-segmentos em linha reta). Eles tiveram dificuldade em decidir qual estrada mudar de três segmentos para a curva de duas seções, a fim de aplicar a solução para o problema que eles encontraram anteriormente. Para superar essa dificuldade, a princípio, os

estudantes usaram o software GSP para prever a linha a ser encontrada, arrastando o ponto e usando o comando para calcular a área do polígono. Depois pensaram em mudar de uma curva de três segmentos para uma curva de dois segmentos, usando o método de linha paralela para converter a curva de dois segmentos em uma linha reta e usando o comando de área no software para calcular a área. Aprendizagem dinâmica de GSP para prever e testar os resultados obtidos.

- *Etapa exploratória (percepção e metacognição):* Os estudantes usam o software GSP para prever a linha a ser desenhada, eles usam o comando de área para calcular a área do primeiro jardim e do segundo jardim. Em seguida, desenham um segmento de linha com um ponto fixo H e o outro ponto I movendo-se sobre a linha AB, calculam a área do quadrilátero AIHD e a comparam com a área do primeiro jardim.

Figura 6 – Estimativa da área, arrastando o ponto

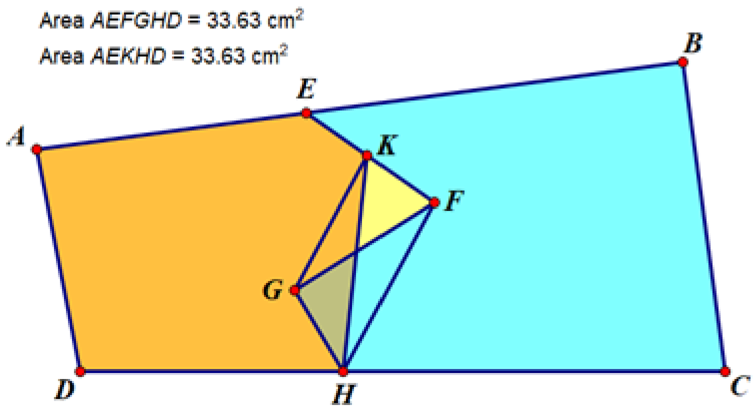


Fonte: Acervo dos autores

O uso do comando de arraste no software GSP ajudou os estudantes a prever a posição da linha a ser encontrada, mas os estudantes ainda não conseguem descobrir como determinar o ponto I porque não sugere um fator especial para ajudá-los a chegar a uma ideia de onde este ponto está localizado. Portanto, os estudantes tentam aplicar o método de endireitar a curva de dois segmentos do problema anterior para este problema. Eles criaram uma estrada EKH de dois segmentos e verificaram a área do jardim obtido.

:

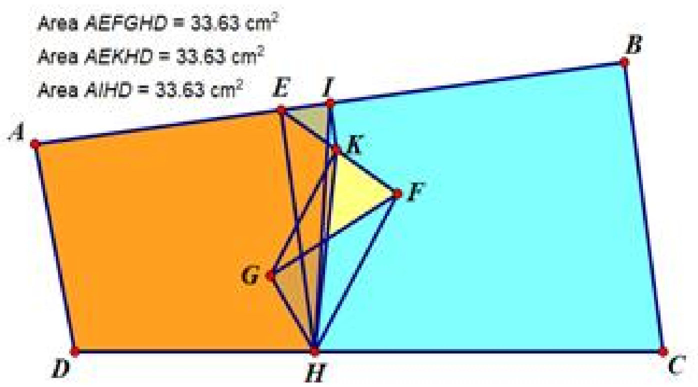
Figura 7 – Estimativa da área, arrastando o ponto



Fonte: Acervo dos autores

Neste momento, os estudantes se sentem mais confiantes com a ideia de endireitar a curva original quando veem que a área de jardim obtida é igual à área original. Depois disso, eles continuaram a esticar as duas curvas de EKH em uma linha reta pelo mesmo método e obtiveram um jardim com uma área igual à área original e satisfizeram os requisitos do problema de transformar a cerca de três segmentos em uma linha reta:

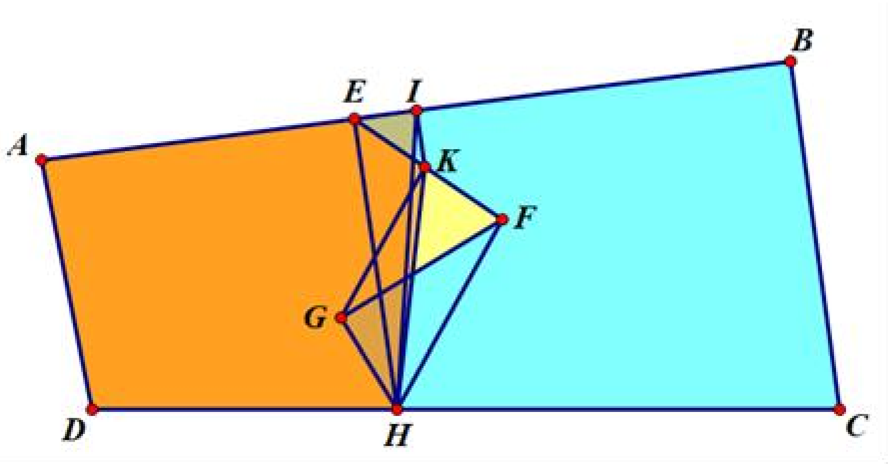
Figura 8 – Estimando a área com uma linha reta



Fonte: Acervo dos autores

• *Etapa de implementação:* Os alunos traçam uma linha através de G paralelo a HF que cruza a EF em K. Eles mostram que a área do triângulo HFG é igual à área do triângulo HKF. Em seguida, os alunos usaram a opção de converter uma estrada de dois segmentos para uma linha reta conectando os pontos E e H, construindo uma linha através de K paralela a EH e cortando AB em I. Naquele momento, os alunos construíram uma cerca ao longo do caminho. A linha reta HI atenderá às exigências do problema porque a área do triângulo EKH é igual à área do triângulo EIH.

Figura 9 – Reconstruir o banco em linha reta



Fonte: Acervo dos autores

• *Etapa de confirmação:* Os estudantes descobrem que a construção de uma nova cerca na direção da linha reta HI ajudará a resolver o problema colocado no início. Embora enfrentando certas dificuldades na orientação da solução, mas com esforços na utilização de algumas ferramentas de software GSP e na aplicação do conhecimento adquirido em situações anteriores, ainda é necessário ajudá-los passo a passo com plano de solução do problema.

REFERÊNCIAS

BROWN, A. L. Knowing when, where, and how to remember; a problem of metacognition. **Advances in İnstructional Psychology**, v. 1, 1978.

FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring. A new area of cognitive-developmental inquiry. **American Psychologist**, v. 34, p. 906-911, 1979.

GARCÍA, T. *et al*. Elementary students' metacognitive processes and post-performance calibration on mathematical problem-solving tasks. **Metacognition and Learning**, v. 11, n. 2, p. 139-170, 2016.

GAROFALO, J.; LESTER JR, F. K. Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance. **Journal for research in mathematics education**, p. 163-176, 1985.

GHATALA, E. S. *et al*. A componential analysis of the effects of derived and supplied strategy-utility information on children's strategy selections. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 41, n. 1, p. 76-92, 1986.

GRİFFİN, P.; MCGAW, B.; CARE, E. **Assessment and teaching of 21st century skills**. Dordrecht: Springer, 2012.

HANG, N. T. *et al*. Educating and training labor force under Covid 19: Impacts to meet market demand in Vietnam during globalization and integration era. **Journal for Educators, Teachers and Trainers**, v. 12, n. 1, p. 78-89, 2021.

HOA, N. T. *et al*. Human resource for schools of politics and for international relation during globalization and EVFTA. **Elementary education online**, v. 20, n. 4, p. 23-43, 2021.

HOWARD, B. C. **Metacognitive self-regulation and problem-solving**: expanding the theory base through factor analysis. 2000.

HUY, D. T. N. *et al*. General Solutions for Enhancing Quality of Teachers During Globalization in Emerging Markets Including Vietnam - and Some Pedagogy Psychological Issues. **Psychology and Education Journal**, v. 58, n. 4, 2021.

HUY, D. T. N.; VAN, P. N.; HA, N. T. T. Education and computer skill enhancing for Vietnam laborers under industry 4.0 and evfta agreement. **Elementary education online**, v. 20, n. 4, p. 1033-1038, 2021.

JACOBSE, A. E.; HARSKAMP, E. G. Towards efficient measurement of metacognition in mathematical problem solving. **Metacognition and Learning**, v. 7, n. 2, p. 133-149, 2012.

JENSEN, T. H. Assessing mathematical modelling competency. Mathematical Modeling (ICTMA 12): **Education, Engineering and Economics**, p. 141-148, 2007.

KAPA, E. A metacognitive support during the process of problem solving in a computerized environment. **Educational Studies in Mathematics**, v. 47, n. 3, p. 317-336, 2001.

KRAMARSKİ, B. Promoting teachers' algebraic reasoning and self-regulation with metacognitive guidance. **Metacognition and Learning**, v. 3, n. 2, p. 83-99, 2008.

KRULİK, S.; RUDNİCK, J. A. **Problem solving**: a handbook for teachers. Allyn and Bacon, Inc., 7 Wells Avenue, Newton, Massachusetts,1987).

KULM, G.; BUSSMANN, H. A phase-ability model of mathematics problem solving. **Journal for Research in Mathematics Education**, p. 179-189, 1980.

KUZLE, A. Assessing metacognition of grade 2 and grade 4 students using an adaptation of multi-method interview approach during mathematics problem-solving. **Mathematics Education Research Journal**, v. 30, n. 2, p. 185-207, 2018.

KUZLE, A. **Preservice teachers' patterns of metacognitive behavior during mathematics problem solving in a dynamic geometry environment**. 2011. Dissertation (Doctoral) – University of Georgia, 2011.

LESTER, F. K. **Building bridges between psychological and mathematics education research on problem solving**. 1982.

SİLVER, E. A. Knowledge organization and mathematical problem solving. **Mathematical problem solving: Issues in research**, p. 15-25, 1982.

TOBİAS, S.; EVERSON, H. T. **Knowing what you know and what you don't**: further research on metacognitive knowledge monitoring. Technical Report 3, The College Board Research Report, 2002.

Como referenciar este artigo

THI HUONGLAN, N.; VAN NGHI, B. Aplicação da habilidade de metacognição em métodos de solução de problemas para estudantes do ensino médio. **Revista online de Política e Gestão Educacional**, Araraquara, v. 25, n. 2, p. 1291-1304, maio/ago. 2021. e-ISSN: 1519-9029. DOI: https://doi.org/10.22633/rpge.v25i2.15502

Submitted: 10/05/2021
Required revisions: 25/06/2021
Approved: 20/07/2021
Published: 01/08/2020