



Evolução das habilidades cognitivas de estudantes do ensino médio em uma sequência de ensino investigativa

Evolution of the cognitive skills of high school students in an inquiry-based teaching sequence

Paulo José de Souza Vilela

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP

<https://orcid.org/0009-0002-3708-7034>

paulo.vilela@aluno.ifsp.edu.br

Pedro Miranda Junior

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP

<https://orcid.org/0000-0002-4830-0550>

pedro.mjr@ifsp.edu.br

EDIÇÃO ESPECIAL - X ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DO IFSP - CAMPUS SÃO PAULO (EICPOG)

Resumo

O estudo analisou o desenvolvimento de habilidades cognitivas de estudantes do Ensino Médio durante aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) em uma disciplina de itinerário formativo. Com base nas categorias de Suart e Marcondes (2009), foram aplicados questionários inicial e final para identificar avanços cognitivos, avaliando níveis de cognição das questões (P1 a P3) e das respostas (N1 a N5). Os resultados mostram um deslocamento parcial de habilidades de baixa ordem (LOCS) para habilidades de alta ordem (HOCS), ressaltando a importância do planejamento docente para estimular pensamentos mais complexos.

Palavras-chave: ensino de química, ensino por investigação, habilidades cognitivas.

Abstract

The study examined the development of cognitive skills among high school students during the implementation of an Inquiry-Based Teaching Sequence (IBTS) in the formative itinerary course. Based on the categories proposed by Suart and Marcondes (2009), initial and final questionnaires were administered to identify cognitive progress, assessing the cognitive levels of the questions (P1 to P3) and of the students' responses (N1 to N5). The results indicate a partial shift from lower-order cognitive skills (LOCS) to higher-order cognitive skills (HOCS), highlighting the importance of teacher planning to stimulate more complex thinking.

Keywords: chemistry education, inquiry-based teaching, cognitive skills.

Introdução

A formação científica no Ensino Médio exige que os estudantes desenvolvam não apenas conhecimentos conceituais, mas também habilidades cognitivas que lhes permitam interpretar, argumentar e resolver problemas em diferentes contextos (Carvalho, 2013). No ensino de Química, o uso de metodologias investigativas tem se mostrado uma alternativa

promissora para esse desenvolvimento, especialmente quando articuladas a instrumentos analíticos capazes de identificar a natureza do pensamento mobilizado pelos alunos (Carvalho, 2013).

Entre essas ferramentas, destacam-se as categorias propostas por Suart e Marcondes (2009), que classificam o nível de cognição presente nas questões elaboradas pelos professores e nas respostas formuladas pelos estudantes. Essa abordagem permite diferenciar habilidades cognitivas de baixa ordem (LOCS) de habilidades cognitivas de alta ordem (HOCS), associando-as ao progresso do raciocínio investigativo.

Este artigo tem como objetivo analisar, exclusivamente à luz dessas categorias, as respostas dos alunos ao questionário inicial e final aplicados no contexto de uma SEI sobre tratamento de água potável. A proposta é verificar se houve evolução nas habilidades cognitivas e em que medida a SEI favoreceu a transição de níveis mais simples para níveis mais complexos de pensamento.

Objetivos

O objetivo deste artigo é analisar o desenvolvimento das habilidades cognitivas de estudantes do Ensino Médio, durante a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) em uma disciplina de itinerário formativo, utilizando exclusivamente as categorias propostas por Suart e Marcondes (2009), por meio da comparação entre as respostas de um questionário inicial e de um questionário final, a fim de identificar avanços e desafios na transição de habilidades cognitivas de baixa ordem (LOCS) para habilidades cognitivas de alta ordem (HOCS).

Metodologia

A pesquisa, de abordagem qualitativa e caráter participante, envolveu o professor-pesquisador na concepção da SEI, aplicação e análise da intervenção pedagógica com 25 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola privada em São Paulo, na disciplina de itinerário formativo STEAM (do inglês Science; Technology; Engineering, Arts e Mathematics). No contexto da pesquisa qualitativa, conforme apontam Bogdan e Biklen (1994), o foco do pesquisador recai sobre o acompanhamento do processo em sua totalidade, e não apenas sobre os resultados alcançados.

A Sequência de Ensino Investigativa (SEI), sobre “Tratamento da água potável”, foi desenvolvida em sete etapas ao longo de 18 aulas de 50 minutos, adotando grau de liberdade

intelectual nível 3 (Carvalho, 2018), no qual o professor apresenta o problema e conduz a discussão inicial, enquanto os alunos planejam e executam os experimentos com acompanhamento docente. A coleta de dados foi realizada por meio de questionários, um questionário inicial para identificar conhecimentos prévios e habilidades cognitivas, e um final, com estrutura e complexidade semelhantes ao inicial, permitindo comparações. As questões foram classificadas conforme as categorias propostas por Suart e Marcondes (2009), sendo as perguntas elaboradas pelo professor nos níveis P1, P2 e P3, e as respostas dos alunos nos níveis N1 a N5, diferenciando habilidades de baixa (LOCS) e alta ordem (HOCS). As categorias propostas por Suart e Marcondes (2009) são apresentadas nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1: Nível de cognição das questões formuladas pelo professor

Nível	Descrição
P1	Requer que o estudante somente recorde uma informação partindo dos dados obtidos.
P2	Requer que o estudante desenvolva atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema.
P3	Requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

Fonte: Suart e Marcondes (2009).

Quadro 2: Nível cognitivo das respostas dos alunos

Nível	Categoria de Resposta	Descrição
N1	ALG	Não reconhece a situação problema Limita-se a expor um dado lembrado Retem-se à aplicação de fórmulas ou conceitos
N2	LOCS	Reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado. Não identifica variáveis. Não estabelece processos de controle para a seleção das informações. Não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos.
N3	LOCS	Explica a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos ou lembrados (resoluções não fundamentadas, por tentativa) e quando necessário representa o problema com fórmulas ou equações. Identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações. Identifica as variáveis, podendo não compreender seus significados conceituais.
N4	HOCS	Seleciona as informações relevantes. Analisa ou avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema. Sugere as possíveis soluções do problema ou relações causais entre os elementos do problema. Exibe capacidade de elaboração de hipóteses

N5	HOCS	Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais.
----	------	--

Fonte: Suart e Marcondes (2009).

Resultados e Discussão

Neste trabalho trazemos a análise de duas questões do questionário inicial QI1 e QI2 e de duas questões do questionário final QF1 e QF2. No início da SEI, o questionário inicial mostrou que a maioria dos alunos respondia nos níveis N1 (ALG) e N2 (LOCS), conseguindo reconhecer a situação-problema e aplicar conceitos básicos, mas raramente elaborava hipóteses ou generalizações. As respostas de nível N1 (ALG) são baseadas em memorização ou aplicação direta de fórmulas.

Questão QI1 — “O que é filtração e para que tipo de mistura ela é utilizada? Dê um exemplo prático”.

A questão abrange habilidades N1 (recordação) e N2 (aplicação prática), situando-se entre P1 (memorização) e P2 (associação a situações observáveis), predominando LOCS. A análise das respostas dos alunos 22 e 17, transcritas no Quadro 3, revelou trechos distintos com N1 e N2.

Quadro 3: Respostas dos alunos e identificação das habilidades

Aluno	Trecho da Resposta	Nível de Habilidade Cognitiva	Descrição da Habilidade	Justificativa da Classificação
Aluno 22	Filtração é quando usamos um filtro para que o sólido fique retido e o líquido passe.	N1-LOCS	Reconhecimento e memorização	O aluno reproduz a definição básica do processo, indicando conhecimento conceitual simples, com foco na memorização.
Aluno 22	Um exemplo seria um copo de água cheio de areia...	N2-LOCS	Aplicação em contexto conhecido	A exemplificação revela capacidade de aplicar o conceito a uma situação prática e cotidiana.
Aluno 17	Filtração é um processo que utiliza um filtro para separar líquidos de sólidos.	N1-LOCS	Reconhecimento e memorização	Reafirma o conceito básico de filtração, com estrutura de definição direta e sem elaboração argumentativa.
Aluno 17	Os líquidos passam pelo filtro e os sólidos não.	N1-LOCS	Expansão descritiva do conceito	A explicação segue descritiva, sem extrapolar a definição. Ainda está no campo da lembrança e explicação literal.
Aluno 17	(P.S: Não funciona em misturas homogêneas)	N2-LOCS	Compreensão conceitual	Demonstra entendimento da limitação do método, aplicando o conhecimento de forma associativa a outros tipos de mistura.

Fonte: os autores

Questão QI2 - “Diferencie misturas homogêneas e heterogêneas, explicando as características de cada uma”.

A questão envolve habilidades N1 (recuperação de classificações) e N2 (aplicação de características em exemplos simples), situando-se entre os níveis P1 e P2, combinando

memorização e associação básica a contextos práticos. Segundo Zoller (1993), questões desse tipo, como as de nível P1, mobiliza predominantemente habilidades de baixa ordem (ALG–LOCS).

A resposta do Aluno 22 (Quadro 4) para questão Q12 evidencia o raciocínio reprodutivo do aluno, com poucas justificativas conceituais aprofundadas.

Quadro 4: Respostas dos alunos e identificação das habilidades

Aluno	Trecho da Resposta	Nível de Habilidade Cognitiva	Descrição da Habilidade	Justificativa da Classificação
Aluno 22	Misturas homogêneas: água + sal, café + açúcar e misturas heterogêneas: água + óleo, azeite + limão.	N2(LOCS)	Reconhece o problema, apresenta exemplos que indicam compreensão básica. Identifica as variáveis (misturas), mas não justifica ou explica os conceitos.	O aluno reproduz a definição básica do processo, indicando conhecimento conceitual simples, com foco na memorização.
Aluno 22	Homogênea: leite + Nescau, massa de bolo. Heterogênea...	N1(ALG)	Reconhece o problema (classificar misturas), mas resposta incompleta, sem justificativa, sem identificação clara de variáveis (faltam exemplos ou explicações para heterogênea).	A exemplificação revela capacidade de aplicar o conceito a uma situação prática e cotidiana.

Fonte: os autores.

As respostas do questionário inicial, como aquelas reportadas nos Quadros 3 e 4 permitiram ao professor verificar o domínio conceitual inicial e os tipos de raciocínio predominantes dos alunos, o que possibilitou o planejamento de estratégias didáticas mais adequadas para o desenvolvimento das atividades da SEI.

Após a realização das atividades da SEI, o professor aplicou o questionário final com questões sobre conceitos de “Separação de Misturas”, a fim de identificar habilidades mobilizadas, fragilidades conceituais e dificuldades de interpretação, desde o reconhecimento de informações até a elaboração de inferências.

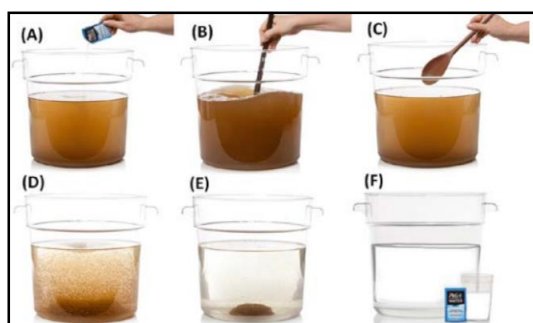
Questão QF1 (ENEM-2015) - Um grupo de pesquisadores desenvolveu um método simples, barato e eficaz de remoção do petróleo contaminante na água, que utiliza um plástico produzido a partir do líquido da castanha de caju (LCC). A composição química do LCC é muito parecida com a do petróleo e suas moléculas, por suas características, interagem formando agregado com o petróleo. Para retirar os agregados da água, os pesquisadores misturam ao LCC nanopartículas magnéticas. *KIFFER, D. Novo método para remoção de petróleo usa óleo de mamona e castanha de caju.*

Essa técnica considera dois processos de separação de misturas, sendo eles, respectivamente,

- flotação e decantação.
- decomposição e centrifugação.
- floculação e separação magnética.
- destilação fracionada e peneiração.
- dissolução fracionada e magnetização.

A Questão QF1 envolve conceitos sobre processos de separação: floculação e separação magnética. A resposta da questão é a alternativa C. Desempenho dos alunos: 23 dos 25 alunos acertaram a questão; 2 alunos escolheram incorretamente a alternativa A. Esta questão exige interpretação, identificação de processos indiretos e aplicação de conceitos de separação de misturas, sendo classificada como nível P2 (Suart; Marcondes, 2009). Respostas corretas indicam compreensão adequada do tema, sendo classificadas como nível N2.

Questão QF2 (UNICAMP-2022) - O Purificador de Água P>M (anteriormente conhecido como PUR) é um pacote único de pó que usa as mesmas técnicas, princípios e produtos químicos usados no tratamento de água numa estação convencional. Um sachê do produto trata, em 30 minutos de ação, 10 litros de água, sendo que a água tratada contém cloro livre de resíduos, o qual serve para proteger contra recontaminação. A tecnologia P>M de purificação de água em ação é mostrada na figura a seguir.



O pacote contém: $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, KMnO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, poliacrilamida aniônica de alto peso molecular e argila bentonítica. Levando em conta as informações dadas, pode-se concluir que o produto é capaz de tratar a água, pois contém agentes:

- (a) antimicrobiano, oxidante, floculante e adsorvente.
- (b) microbiano, oxidante, floculante e adsorvente.
- (c) antimicrobiano, redutor, coagulante, floculante.
- (d) microbiano, redutor, coagulante, floculante.
- (e) microbiano, floculante, oxidante e coagulante.

A Questão QF2 exige interpretação, identificação de processos indiretos e aplicação de conceitos de separação de misturas, sendo classificada como nível P2 (Suart; Marcondes, 2009). A resposta da questão é a alternativa A. Desempenho dos alunos: 19 dos 25 alunos acertaram a questão; 6 alunos escolheram incorretamente as alternativas C ou E. Respostas corretas indicam que os alunos não tiveram dificuldades em associar as substâncias com as suas funções em um processo de purificação da água, indo além da memorização, sendo classificada como nível N3.

Conclusão

A análise os questionários inicial e final utilizando as categorias de Suart e Marcondes (2009) mostrou que a SEI contribuiu para reduzir respostas baseadas em memorização e aumentou aquelas com maior análise e hipóteses. O predomínio de respostas N3 indica necessidade de avançar para os níveis N4 e N5. Como sugestões, futuras intervenções didáticas podem ampliar questões de nível P3 e propor problemas que incentivem a aplicação de conceitos em novos contextos. Destacamos que o ensino por investigação favorece o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia investigativa, possibilitando o alinhamento entre objetivos de ensino e desenvolvimento cognitivo.

Referências

Bogdan, R.; Biklen, S. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal, Porto Editora, 1994.

Carvalho, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

Carvalho, A. M. P (2018). Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista*

Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. 765-794.

Suart, R. C., & Marcondes, M. E. R. (2009). A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Revista Ciências e Cognição*, 14, 50-74.

Zoller, U. Are lecture and learning: are they compatible? Maybe for LOCS: unlikely for HOCS. *Journal of Chemical Education*, 70(3), p. 195-197, 1993.