

Vol. 9, Número 2, jul-dez, 2024, p. 209-229.

Identificação de Habilidades Cognitivas através de atividades experimentais e uso de situações-problema

Identification of Cognitive Skills through experimental activities and use of problem-situations

Susie Taís Gameleira
Rony Almeida Aragão
Ayla Márcia Cordeiro Bizerra

RESUMO

O ensino de ciências tem passado por muitas mudanças, sendo fortemente influenciado pelas transformações no conhecimento científico oriundas de pesquisas e práticas educativas. Contempla-se nesse contexto a identificação e promoção das habilidades cognitivas dos estudantes, destacando-se a importância das atividades experimentais e situações-problema como propostas para sua identificação. Assim, o objetivo deste trabalho é identificar as habilidades cognitivas apresentadas pelos estudantes do ensino médio através do uso de atividades experimentais aliadas a situações-problema. O trabalho apresenta uma abordagem qualitativa de pesquisa-ação, organizado sob a ótica de situações-problema contextualizadas ao processo de experimentação. Após sua utilização e categorização dos níveis de habilidades cognitivas, como instrumentos de coleta e análise de dados, respectivamente, observou-se, no geral, a manifestação de habilidades de baixa ordem nos estudantes, como reconhecimento da situação-problema e aplicação de conceitos conhecidos, mas com menor ênfase na compreensão conceitual mais aprofundada e sem análise crítica. As atividades experimentais oportunizaram aos alunos aplicar seus conhecimentos em situações práticas, mas também indicaram que é imperativo o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem. Conclui-se, portanto, que há necessidade de adoção de práticas pedagógicas que propiciem aos estudantes o desenvolvimento de diversificadas habilidades, como análise, avaliação e elaboração de hipóteses.

Palavras-chave: Ensino de ciências; Experimentação investigativa; Situação-problema; Habilidades cognitivas.

ABSTRACT

The teaching of science has undergone many changes, strongly influenced by transformations in scientific knowledge stemming from research and educational practices. Within this context, there is a focus on identifying and promoting students' cognitive skills, emphasizing the importance of experimental activities and problem-solving situations as proposals for their identification. Thus, the objective of this work is to identify the cognitive skills presented by high school students using experimental activities combined with problem-solving situations. The work presents a qualitative action research approach, organized from the perspective of problem-based situations contextualized to the experimentation process. After their use and categorization of levels of cognitive skills, as data collection and analysis instruments, respectively, it was observed, overall, the manifestation of lower-order skills in students, such as recognizing the problem situation and applying known concepts, but with less emphasis on deeper conceptual understanding and without critical analysis. The experimental activities allowed students to apply their knowledge in practical situations, but also indicated the imperative need for the development of higher-order cognitive skills. It is concluded, therefore, that there is a need for the adoption of pedagogical practices that enable students to develop diverse skills, such as analysis, evaluation, and hypothesis formulation.

Keywords: Teaching of Science; Investigative Experimentation; Situation-problem; Cognitive Skills.

INTRODUÇÃO

As transformações científicas e tecnológicas da sociedade refletem no desenvolvimento do ensino de ciências na contemporaneidade, influenciando nas concepções, práticas e estratégias educativas do ambiente escolar, sendo notório o imperativo de (re)pensar as funções do aluno e do professor diante da diversidade de processos educacionais (Fornazari; Obara, 2017). A respeito disso, Zompero *et al.* (2018) dissertam que essas transformações constituem avanços que evidenciaram as demandas vigentes na sociedade atual e na educação, uma vez que a área de ciências da natureza requer um olhar voltado para a promoção da aprendizagem e de habilidades cognitivas, na tentativa de atenuar a implementação de exercícios e atividades memorísticas na educação científica.

Coelho e Malheiro (2019, p. 508) esclarecem que no “[...] processo da cognição humana é necessário relacioná-la a forma como as pessoas pensam, ou seja, como elas percebem, aprendem e recordam alguma informação”, logo conhecer o indivíduo fornece subsídios e recursos para a construção e manifestação de habilidades cognitivas. Com isso, é um momento oportuno para elucidar e trabalhar os conceitos científicos, requerendo do professor uma prática pedagógica alicerçada em problemáticas que estimulam a participação dos estudantes, conduzindo-os ao conhecimento e à aprendizagem no contexto escolar (Coelho; Almeida; Malheiro, 2019).

Neste sentido, torna-se imprescindível que os processos de ensino e de aprendizagem contemplem os pressupostos e as práticas da educação e investigação científica, destinando aos estudantes a oportunidade de realizar observações, questionamentos, hipóteses, interpretações e análise dos resultados (Zompero; Holpert, 2019). Assim sendo, Silva (2022) pontua que as atividades envolvendo experimentação e situações-problema podem propiciar o desenvolvimento das habilidades cognitivas, pois o aprendiz terá contato com procedimentos experimentais necessários para solucionar um desafio, já que a problemática é contextualizada com as experiências e vivências determinadas.

Portanto, fica evidente a necessidade de estudar e entender os mecanismos que norteiam o processo cognitivo dos estudantes, no intuito de explorar seus conhecimentos

e suas habilidades mediante a interação com diferentes situações-problema e práticas experimentais. Assim, o problema da pesquisa foi alicerçado na seguinte perspectiva: é possível identificar as habilidades cognitivas dos estudantes por meio de atividades experimentais e do uso de situações-problema? Para elucidação da problemática, o trabalho em tela tem como objetivo identificar as habilidades cognitivas apresentadas pelos estudantes do ensino médio através do uso de atividades experimentais e situações-problema.

REFERENCIAL TEÓRICO

Historicamente, as abordagens pedagógicas estruturantes do ensino de ciências perpassam por reformulações constantes, oriundas da (re)organização dos modelos e das práticas educacionais, tendo em vista a implementação de estudos envolvendo a construção de novas propostas e metodologias destinadas à concretização do conhecimento científico, bem como dos processos cognitivos de aprendizagem (Osório, 2019). Diante disso, Coelho e Malheiro (2021) corroboram com estudos acerca da popularização de concepções que detalham o desenvolvimento do cérebro humano, abordando uma pesquisa que exemplifica a relação entre a prática docente e as formas de aprender dos discentes, sendo perceptível a importância de entender a cognição a partir dos pressupostos da Neuroeducação.

As habilidades desenvolvidas na cognição foram categorizadas no estudo de Zoller e Pushkin (2007), sendo classificadas em:

I. Algorítmicas (ALG), direcionadas a informações e fórmulas anteriormente memorizadas pelos estudantes, sem reconhecer e relacionar-se com a situação-problema, tendo em vista a prevalência de respostas corretas e rápidas, como por exemplo “sim” ou “não”;

II. Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem (*Lower Order Cognitive Skills – LOCS*), sendo abordada nesta classe a aplicação dos conhecimentos, das equações e as práticas assimiladas na estrutura cognitiva, uma vez que as ações como lembrar, saber e identificar são utilizadas no reconhecimento e na resolução do problema; e

III. Habilidades Cognitivas de Alta Ordem (*Higher Order Cognitive Skills – HOCS*), nesta categoria os estudantes conseguem justificar detalhadamente os conceitos e os procedimentos implementados no desenvolvimento da problemática, uma vez que possuem o controle sobre a seleção e organização das possíveis soluções para o problema, promovendo a formulação de hipóteses e a capacidade de generalizar com diferentes situações da sala de aula e do dia a dia (Zoller; Pushkin, 2007; Coelho; Malheiro, 2021).

Tais definições delinham os níveis de manifestação das funções cognitivas – seja por memorização, identificação ou investigação – para solução de problemas pelos estudantes diante de um contexto familiar e habitual. Por isso, torna-se fundamental um ambiente investigativo o qual promova a elaboração de reflexões, discussões e soluções que aproximem o conhecimento científico e as vivências importantes para o processo cognitivo (Zoller; Pushkin, 2007; Almeida; Coelho; Malheiro, 2021).

Zompero, Gonçalves e Laburú (2017) esclarecem que diferentes ambientes escolares promovem estímulos nas funções neurológicas ou neuropsicológicas dos estudantes, dependendo consequentemente da intencionalidade da prática pedagógica do professor de ciências, uma vez que a qualidade do ensino e da aprendizagem contempla os aspectos motores, afetivos e cognitivos diante de contextos desafiadores e investigativos. Para isso, é necessária a diversificação de práticas e estratégias didáticas nas disciplinas de ciências naturais, tendo em vista as características educativas priorizadas na contemporaneidade, propondo “[...] desenvolver habilidades cognitivas de maneira responsiva e, portanto, ativa, que, além de favorecer compreensões sobre conteúdos científicos, podem ser extrapoladas e generalizadas para situações cotidianas” (Ferraz; Sasseron, 2017, p. 06).

A implementação de atividades experimentais investigativas é uma alternativa viável no ensino de ciências, pois incentiva o desenvolvimento das habilidades cognitivas e da cultura científica nos estudantes, promovendo a visualização, manipulação e conceituação do processo reacional do experimento, bem como oportunizando a participação, a formulação de hipóteses, a identificação dos conhecimentos prévios, a pesquisa bibliográfica e a proposição de soluções fundamentada no pensamento científico e investigativo (Galvão; Assis, 2019; Zompero; Gonçalves; Laburú, 2017).

Neste cenário, é comum atribuir uma concepção simplista e acrítica às atividades experimentais, correlacionando-as a um método empirista-indutivo de comprovação de teorias, sendo reflexo de um processo formativo (inicial e continuado) insuficiente de discussão e promoção do saber científico, crítico e significativo por meio de aulas práticas e investigação (Mota *et al.*, 2023; Gonçalves; Marques, 2016). A experimentação realizada dessa forma não valoriza os aspectos cognitivos dos discentes, os quais recebem instruções prontas e executam-nas mecanicamente com os comandos predeterminados para obter resultados já previstos, limitando e invalidando o pensamento autônomo, crítico e investigativo dos sujeitos.

Para Borba e Goi (2022, p. 41), o conhecimento científico advém de questionamentos, posto que “[...] a pergunta é a condição necessária para desencadear as reflexões cognitivas, desafiando o sujeito a investigar, a pensar e, assim, elaborar ideias e sistematizar as informações”, e aprimorando sua capacidade de pesquisa e de reflexão dos fenômenos observados na experimentação por investigação. Desse modo, uma estratégia de ensino que pode se aliar à experimentação investigativa com a intenção de efetivar ainda mais a construção do conhecimento é o uso de situações-problema, sendo que os direcionamentos dos “[...] problemas devem ser bem selecionados e planejados, propiciando a geração de novos conceitos, devem ser desafiadores visando envolver o aluno, [...]” (Medeiros, 2019, p. 30), pois o ato de pesquisar, avaliar, questionar e discutir influencia na solidificação da aprendizagem em diferentes espaços escolares (Silveira, 2018).

Por conseguinte, diversos autores evidenciam as contribuições da experimentação articulada a situações-problema, uma vez que, por um lado, ela favorece a formação profissional e pedagógica dos professores e, por outro lado, envolve os estudantes em um processo de autonomia, criação de hipóteses, criticidade, criatividade, socialização e investigação, capacitando cognitivamente e cientificamente os sujeitos enquanto pesquisadores (Silveira, 2018; Borba; Goi, 2022; Friggi, 2016). Por esse motivo, as atividades experimentais e problematizadoras são consideradas fundamentais para o ensino de ciências naturais, em razão de que favorecem a construção do conhecimento científico tornando o processo cognitivo eficaz e significativo.

Assunção, Moreira e Sahelices (2020, p. 204) dissertam que a atividade de resolução de problemas contempla a assimilação significativa dos alunos, pois “[...] envolve uma readaptação do resíduo da experiência prévia frente às novas situações a serem enfrentadas, na medida em que propicia reorganizar a informação ou o conhecimento armazenado na estrutura cognitiva do estudante”. Portanto, as situações-problema e a experimentação contextualizadas aos conceitos prévios, ao raciocínio lógico/prático e à formação de pensamento fazem parte do cotidiano dos estudantes em sala de aula, configurando atividades utilizadas comumente como uma estratégia de promoção do conhecimento científico/químico, a qual proporciona desafios cognitivos e incentiva o protagonismo no processo de ensino e aprendizagem.

METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, porque “não se preocupa com uma representatividade numérica, mas sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social” (Gerhardt; Silveira, 2009, p. 31); e delimita-se como uma pesquisa-ação quanto aos métodos empregados, por haver tido intervenção direta do pesquisador junto ao universo da pesquisa (Gil, 2009). Foi realizada uma intervenção pedagógica utilizando a metodologia experimental associada a situações-problema em uma turma de 1º ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Pau dos Ferros/RN, composta de 39 alunos (51% masculino e 49% feminino) com uma faixa etária entre 14 e 16 anos. Todos os participantes entregaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelos pais e por eles mesmos.

Procedimentos metodológicos

A intervenção desenvolvida foi dividida em 3 momentos: i. Introdução do conteúdo; ii. Situação-problema e prática experimental; iii. Teste de combustão e verificação de pH. As atividades tiveram duração total de 6h/a e utilizaram o tema “lixo e reciclagem” para explicar os principais métodos de separação de misturas. O texto abordando a situação-problema foi construído pelo pesquisador e pelo professor regente da turma levando em conta o contexto social dos estudantes, os problemas com a associação de determinados conceitos (como por exemplo a densidade), os quais o

professor regente já havia identificado anteriormente, e o conteúdo programático da disciplina.

Primeiro momento: Introdução do conteúdo

Antes da abordagem e discussão sobre a situação-problema, foi ministrado o conteúdo de separação de misturas por meio de projeção de *slides* utilizando exemplos do cotidiano para associação dos conceitos curriculares. Com isso, foram vistos os principais métodos de separação de misturas e realizada uma discussão conjunta com os estudantes acerca dos conceitos de densidade, polaridade e materiais usados nesses processos. Essa atividade teve duração de 2h/a.

Segundo momento: Situação-problema e prática experimental

Em um segundo momento, foi apresentada e discutida a situação-problema descrita no quadro 01, objetivando identificar a densidade dos plásticos por catadores, suas propriedades e seus processos de separação. Destacaram-se os principais tipos de plástico, nomenclaturas e composições, sendo eles: polipropileno (PP), polietileno de alta densidade (PEAD), poliestireno (PS), policloreto de vinila (PVC) e politereftalato de etileno (PET).

Quadro 01 – Situação problema sobre as propriedades dos materiais e a separação de plásticos (1º teste)

Na cidade de Pau dos Ferros, a associação de catadores juntamente a prefeitura resolveu criar uma usina de reciclagem para auxiliar o gerenciamento de resíduos sólidos e gerar renda para a comunidades de risco. A associação de catadores já realizava a separação de plásticos, papelão e vidro recolhendo em escolas, estabelecimentos associados e órgãos públicos. Mediante o valor de tamanho investimento para a cidade, o líder da associação, o senhor Francisco, catador experiente com seus 65 anos, propõe ao prefeito uma usina de reciclagem apenas de plásticos, por ser de fácil manuseio e não oferecer perigo aos catadores na hora da coleta, diferentemente de vidros e metais. O plástico reciclado também é uma matéria prima que muitas empresas têm interesse de comprar para a fabricação de novos produtos. Antes da compra do maquinário, seu Francisco planeja um curso de capacitação para todos os envolvidos na criação da usina de reciclagem. O SEBRAE manda um instrutor que traz informações sobre os tipos de plásticos, bem como as formas de separação desse material. O instrutor do SEBRAE Daniel comenta que, para os consumidores saberem de qual tipo de plástico é feito o produto que estão adquirindo, há um padrão utilizado pelas fábricas. Repare que existem números cercados por um triângulo com setas nos rótulos dos produtos plásticos que você adquire. Eles têm a função de alertar os consumidores



sobre o descarte seletivo, além de orientar a separação devida de cada material. A numeração separa os plásticos em seis diferentes tipos de materiais (PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS), e ainda há uma sétima opção (outros), normalmente empregada para produtos plásticos fabricados com uma combinação de diversas resinas e materiais. Daniel explica para seu Francisco que é possível separar os plásticos como:

TERMOPLÁSTICOS - São aqueles materiais que podem ser reciclados, pois não sofrem alterações na estrutura química durante o aquecimento.

TERMORRÍGIDOS - São aqueles que não são passíveis de reciclagem porque não fundem com o reaquecimento.

Seu Francisco, mesmo tendo trabalhado com reciclagem durante quase toda sua vida, ainda fica confuso sobre como será feita a separação de plásticos em que não contenha a identificação padrão, para que sejam assim reciclados. Daniel então resolve levar ele para o laboratório do SEBRAE e demonstrar que, além da separação mecânica, podemos identificar esses plásticos que estão sem identificação. Depois de apresentar os materiais de segurança ao seu Francisco, Daniel explica que ele irá fazer dois testes diferentes para identificar 5 tipos de plásticos.

1º TESTE

Para esse teste, Daniel pegou um Becker de 200 ml e colocou 150 ml de água. Em seguida, ele colocou no Becker 5 amostras de plásticos diferentes, agitou (mexeu) com um bastão de vidro e pediu para que o bom homem olhasse o que iria acontecer. Seu Francisco falou que já sabia o que iria acontecer, e que seria óbvio o resultado, todo cheio de confiança e deboche. Daniel riu da sua pureza e mesmo assim pediu para que ele esperasse um pouco a fim de ver o resultado do experimento. Entretanto seu Francisco observou o experimento assustado com o que viu após alguns segundos.

1. O que seu Francisco imaginou que iria acontecer com todos os pedaços de plásticos colocados dentro da água?
2. Qual a propriedade responsável pelo resultado do experimento que intrigou seu Francisco?
3. Explique o que acontece e o porquê de os plásticos se comportam dessa forma na presença de água.

Seu Francisco ficou surpreso com a quantidade de coisas que ele não sabia sobre os plásticos. Daniel falou que ainda faltava ver as amostras que afundaram na água. O instrutor pegou uma solução de cloreto de sódio, o popular sal de cozinha, solução que contém 80g de água e 20g de cloreto de sódio, e colocou 150 ml em um novo Becker de 200 ml. Em seguida, inseriu as 3 amostras que flutuaram no 1º experimento, agitou o sistema e pediu que seu Francisco observasse:

4. O que aconteceu com cada uma das amostras? Quais as razões para esses acontecimentos? O que aconteceria se utilizássemos uma concentração de 10g de NaCl na solução utilizada?

IMPORTANTE

Densidade da água: 1,000 g/cm³

Densidade do álcool: 0,9215 g/cm³

Densidade da solução de NaCl: 1,1420 g/cm³

Polímeros	Densidade (g/cm ³)
Polipropileno (PP)	0,90 – 0,91
Poliétileno de alta densidade(PEAD)	0,95 – 0,96
Poliestireno (PS)	1,04 – 1,05
Policloreto de vinila (PVC)	1,16 – 1,58
Poliitereftalato de etileno (PET)	1,29 – 1,40

Fonte: Elaborado pelos autores.

Primordialmente, os alunos foram divididos em pequenos grupos para discussão do que foi observado na situação-problema apresentada no quadro 01, sendo uma atividade que se utilizou da observação participante e da interpretação para coletar e

analisar a percepção de todos os estudantes acerca da problemática. Em seguida, individualmente, a partir dos conteúdos vistos, foi solicitado que eles elaborassem suas hipóteses a fim de explicar o que estava acontecendo e responder aos questionamentos, entregando as respostas escritas ao pesquisador responsável pela intervenção. Essa atividade teve duração de 2h/a.

Terceiro momento: Teste de combustão e verificação de pH.

No terceiro momento, foram retomados os conceitos estudados anteriormente e realizou-se o experimento 02 (quadro 02), o qual consistiu em um teste de combustão com amostras de PET e PVC. Essas duas amostras foram utilizadas por não ter sido possível a identificação delas no experimento precedente, já que elas apresentaram comportamentos iguais. O objetivo era averiguar o pH de cada uma das amostras a partir da fumaça gerada pela combustão dos plásticos, e dessa maneira, identificar corretamente cada plástico. O experimento foi realizado em grupos de 5 alunos sob a supervisão do professor. Essa atividade teve duração de 2h/a.

Quadro 02 - Situação problema sobre as propriedades dos materiais e a separação de plásticos (2º teste)

2º TESTE

Agora, Daniel vai mostrar a seu Francisco como podemos identificar e separar plásticos que apresentam comportamentos semelhantes no que diz respeito aos testes anteriores. Vamos utilizar o teste da combustão, em que verificaremos qual desses componentes é o PVC e qual é o PET. Seu Francisco diz que também já sabe no que vai dar esse experimento. Para ele, quando tocar fogo nas duas amostras, ambas irão pegar fogo e virar carvão. O instrutor explica que tem muita coisa por trás da queima desses dois compostos. Primeiro, ele pega um pequeno pedaço e o coloca sob a chama de uma vela e em cima um pedaço de papel de tornassol úmido, para medir o pH da fumaça. Ele repete esse procedimento com o outro plástico. Daniel, muito didático, questionou o senhor da seguinte forma:

5. O que aconteceu com o papel nos dois experimentos?
6. Por que o papel apresentou esse comportamento nos dois experimentos? Quais os tipos de compostos influenciaram na cor dos papéis de tornassol?

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em todos os momentos, antes, durante e depois dos experimentos realizados, ocorreram discussões entre os alunos e o pesquisador acerca das situações e conceitos envolvidos.

Instrumento de análise de dados

Para as análises qualitativas dos resultados obtidos através dos questionamentos pertencentes as situações-problemas (01 e 02) apresentadas e desenvolvidas, realizou-se a categorização do nível cognitivo dos estudantes de acordo a proposta de Suart e Marcondes (2009), baseada nos pressupostos de Zoller (2002) sobre as habilidades cognitivas. Essas categorias encontram-se descritas no quadro 03. Destaca-se que as respostas dos alunos não foram classificadas como certas ou erradas (Lüdke; André, 1983).

Quadro 03 – Categorização de Níveis de Habilidades Cognitivas

Nível	Categoria de resposta ALG (Algorítmicas)
N1	<ul style="list-style-type: none"> • Não reconhece a situação problema. • Limita-se a expor um dado lembrado. • Retêm-se a aplicação de fórmulas ou conceitos.
Nível	Categorias de respostas LOCS (Lower Order Cognitive Skills) Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem
N2	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhece a situação problema 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
Nível	Categorias de respostas HOCS (Higer Order Cognitive Skills) Habilidades Cognitivas de Alta Ordem
N4	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais.

Fonte: Adaptado de Suart e Marcondes (2009) e Zoller (2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas atividades propostas, as análises da capacidade de resolução de problemas, discussão e argumentação foram pontos importantes para identificação e estímulo do desenvolvimento das habilidades cognitivas. As análises são apresentadas a seguir.

Categorização das respostas

Em relação ao primeiro experimento realizado, os alunos perceberam a diferença de comportamento dos diferentes plásticos nas duas situações. Aos questionamentos, eles explicaram o fenômeno observado e formularam suas hipóteses. O quadro 04 apresenta as análises e a categorização das respostas dos alunos para essa situação-problema quanto às perguntas 01, 02 e 03 descritas no quadro 01, bem como alguns exemplos de respostas obtidas. Vale ressaltar que os percentuais destacados nos quadros seguintes representam a correspondência entre a resposta e o nível de habilidade desenvolvido, sendo evidenciado que a quantificação exemplifica quantas soluções atingiram determinado nível, com base na participação e elaboração de manuscritos dos 39 estudantes que presenciaram todas as etapas da pesquisa. Com isso, a seleção das respostas foi fundamentada na aproximação e aquisição das habilidades cognitivas determinadas de cada nível, observando e interpretando os escritos construídos pelos alunos acerca dos problemas e experimentos realizados.

Quadro 04 – Categorização das habilidades cognitivas conforme respostas obtidas para o experimento 01

Pergunta	Nível de Habilidade	Percentual (%)	Exemplos de resposta
01	N1	2,6	<i>“Acho que todos iam afundar”.</i>
	N2	94,8	<i>“Que todos os plásticos iriam boiar”.</i> <i>“Que os plásticos iriam flutuar na água”.</i>
	N3	2,6	<i>“Seu Francisco imaginou que todos os plásticos iriam boiar, por conta da densidade dos plásticos em relação a água”.</i>
02 e 03	N1	7,9	<i>“O que é mais denso afunda e o que é menos denso vai boiar”.</i> <i>“Densidade. Alguns tem mais densidade que os outros, o que é mais denso afunda e o que é menos denso boia.”</i>
	N2	73,7	<i>“Densidade. Pois as densidades são diferentes, e o que é mais denso afunda e o que é menos denso boia. Boiaram: amostra 2 (PEAD) e amostra 5 (PP).”</i>

			<p><i>Afundaram: amostra 1 (PET) e amostra 6 (PS) e amostra 3 (PVC)”.</i></p> <p><i>“As densidades dos plásticos. Alguns tem maior densidade e afunda e o que é menos denso boia. Boiaram: PEAD amostra 2 e PP amostra 5. Afundaram: PET amostra 1, PVC amostra 3 e OS amostra 6”.</i></p>
N3	12,8		<p><i>“A densidade. O que aconteceu foi que os plásticos menos densos em relação a água (PEAD, PP) boiaram, e os mais densos (PET, PVC e PS) afundaram”.</i></p> <p><i>“A densidade é a propriedade responsável. Alguns plásticos tem maior densidade, afundam pois tem volume menor. Os plásticos com menor densidade tem volume maior”.</i></p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao analisar as respostas dos alunos e os percentuais descritos no quadro 04, observou-se baixos percentuais (2,6% e 7,9%) de alunos identificados na zona de baixa cognição do tipo Algorítmicas (ALG) de nível N1 para as perguntas feitas diante do experimento 01. Nesses casos, os estudantes não reconheceram a situação problema e não demonstraram deter saberes a respeito do tema proposto, explicitando a ausência de conhecimentos prévios que serviriam de alicerce para que novas informações sejam assimiladas na estrutura cognitiva. Mendes, Proença e Moreira (2022) esclarecem que a problemática trabalhada deve elucidar conceitos aprendidos anteriormente, visto que essa relação estabelece o processo de ancoragem para a assimilação do conhecimento novo, sendo uma perspectiva basilar para as ações e estratégias pedagógicas do professor.

Ainda de acordo com as análises das respostas obtidas, foi possível categorizá-las majoritariamente sob a ótica dos detentores de Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem do tipo N2. Isso se deu em função da resolução das situações-problema baseada apenas nos conhecimentos de senso comum e em informações do cotidiano dos estudantes, mas sem associação com conceitos científicos curriculares. Para a questão 01, 94,8% dos alunos conseguiram assimilar que os diferentes plásticos iriam boiar diante leveza, porém não atribuíram conceitos, justificativas ou variáveis sobre as propriedades químicas dos materiais utilizados na prática experimental. Posteriormente, as questões 02 e 03 apresentam um quantitativo significativo de 73,7% para o segundo nível de habilidade,

uma vez que os estudantes fazem a ligação entre as características dos plásticos e os processos experimentais desenvolvidos, reconhecendo a situação-problema e identificando o conceito principal – que nesse caso é a densidade – e apresentam justificativas fortes o suficiente para sustentar suas respostas, como por exemplo a citação do sal como fator determinante para a mudança de densidade.

Com relação à principal das Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem, a N3, nas perguntas 1 e 2-3, foram constatados os quantitativos de 2,6% e 12,8% respectivamente. Na primeira prática experimental, havia uma atenção maior no experimento utilizado e nas questões 2 e 3, sendo observado que alunos visualizavam experimentalmente os conceitos e as informações durante toda a proposta didática em sala de aula e, por conseguinte, evidenciado que as habilidades cognitivas foram alcançadas. Nesse caso, eles reconheceram a situação-problema e sua concepção basilar, apresentando resoluções, justificativas e argumentações em suas respostas, baseando-se sobretudo no que se observou no experimento realizado.

Em um estudo semelhante, Gameleira e Bizerra (2019) também identificaram em seus alunos a manifestação de habilidades cognitivas ao propor situações-problema envolvendo o conceito de densidade. As atividades foram realizadas para identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, e nesse caso, obteve-se que 69,2% das respostas foram classificadas na categoria de habilidades do tipo algorítmica. Segundo as autoras, os discentes “conseguiram identificar corretamente a grandeza física, mas não é suficiente para se constatar um nível de habilidades cognitivas de baixa ordem, pois não há uma relação entre informações e limita-se à repetição de um conceito.” (Gameleira; Bizerra, 2019, p. 138).

Quando questionados acerca de uma explicação para o fenômeno observado no experimento 01 com a utilização de solução sem e com cloreto de sódio (NaCl), os alunos discutiram com o docente e demais colegas, em seguida, eles formularam suas hipóteses. As respostas foram analisadas e categorizadas conforme as habilidades cognitivas e os resultados são apresentados no quadro 05 a seguir.

Quadro 05 – Separação de plásticos em solução de NaCl em diferentes concentrações

Pergunta	Nível de Habilidade	Percentual (%)	Exemplos de resposta
04	N1	26,3	<p><i>“Apenas o PS boia e o PVC e PET afundam”.</i></p> <p><i>“Boiou o 6 (PS) e afundou o 1 (PVC e PET). Isso aconteceu por causa da densidade da água. O PVC e o PET iriam boiar na água com sal por conta da salinidade”.</i></p>
	N2	55,3	<p><i>“O PS tem densidade menor por isso boia. O PVC e o PET tem densidade maior por isso afunda. O PVC e o PET também iria boiar”.</i></p> <p><i>“Apenas o PS boiou, afundou: PVC e PET, boiou por ser menos denso. A com mais sal a água ficaria menos densa e o PVC e o PET iria boiar também”.</i></p>
	N3	18,4	<p><i>“Apenas o PS boiou por conta da sua densidade, que é menor em relação ao sal na água. Já o PVC e o PET afundaram devido a salinidade, se tornando mais denso”.</i></p> <p><i>“Apenas o tipo de plástico (PS) boia por ter densidade menor e os tipos de plásticos (PVC) e (PET) afundaram devido a salinidade fazendo com que se tornassem mais densos na solução”.</i></p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base no quadro 05, observa-se um percentual de 26,3% de estudantes que expressaram respostas condizentes com a Categoria de Respostas Algorítmicas (N1) para a questão 04, demonstrando conhecimentos superficiais e memorizados frente aos fenômenos observados no experimento 01.

Por conseguinte, 55,3% e 18,4% das respostas obtidas contemplaram a Categoria LOCS, na perspectiva N2 e N3, respectivamente. Tal análise é justificada pelo fato de os estudantes pontuarem que a densidade influencia na prática experimental, porém não esclarecendo a função e o porquê dos materiais afundavam ou flutuavam. Algumas soluções exemplificam a relação direta entre a concentração de NaCl e a densidade da água, evidenciando que a presença do sal de cozinha interfere – em maior ou menor grau – nas propriedades específicas dos reagentes (no caso, da água). Silva, Cantanhede e Cantanhede (2020) ressaltam que a implementação e discussão de práticas experimentais auxiliaram os discentes no entendimento sobre os processos de separação de misturas, sendo notória a assimilação de termos característicos da linguagem científica, como por exemplo, partículas, fases, volatilidade e miscibilidade das substâncias e das soluções. Por isso, orientou a turma para a realização de outra atividade experimental investigativa com a presença de situações-problema, sendo exibidos no quadro 06 os dados alcançados.

Quadro 06 – Categorização das habilidades cognitivas conforme respostas obtidas para o experimento 02.

Pergunta	Nível de Habilidade	Percentual (%)	Exemplos de respostas
05 e 06	N1	35,2	<p><i>“O PET não mudou de cor e o PVC mudou. Existe ácidos presentes na fumaça. Por que O PVC libera um ácido forte”.</i></p> <p><i>“O PET continuou da mesma cor e o PVC que antes era roxo ficou rosa/avermelhado. Por que tem ácidos presentes na fumaça”.</i></p>
	N2	32,4	<p><i>“O PET não teve alterações, e o PVC deixou o papel avermelhado. O PVC libera um ácido muito forte, pois tem ácidos na fumaça liberada”.</i></p> <p><i>“O primeiro, o (PET) não mudou de cor. O PVC sua cor foi alterada. O PVC libera um ácido forte. Já o PET libera um ácido muito fraco. Por isso não ocorre alteração na cor”.</i></p>
	N3	32,4	<p><i>Um continuou normal e não sofreu nenhuma alteração (com o PET). No outro ficou com uma tonalidade diferente, puxado para o rosa/vermelhado (com o PVC). Eles possuem pH diferentes. O PVC libera um ácido forte que faz com que o papel mude de cor, pois existem ácidos presentes na fumaça”.</i> <i>“Um continuou da mesma cor e outro sua cor foi alterada.</i></p> <p><i>1º PET: não alterou a cor.</i></p> <p><i>2º PVC: alterou a sua cor.</i></p> <p><i>Por causa do seu pH. O PVC libera um ácido forte que faz com que o papel mude de cor. E o PET libera também um ácido porém muito fraco, pois tem ácidos na fumaça”.</i></p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Consoante os dados do quadro 06, constata-se um equilíbrio entre os percentuais das habilidades cognitivas manifestadas, estando parte dos alunos dentro da Categoria de Respostas Algorítmicas e da Categoria de Habilidade LOCS.

Na primeira categoria (Respostas Algorítmicas), 35,2% dos alunos recordaram conhecimentos químicos sobre a acidez e a alcalinidade de substâncias em contato com a água, principalmente quando ressaltam que um dos produtos presentes no sistema é um ácido e que este fator influencia na pigmentação da solução. Acredita-se que esse percentual tenha sido obtido dado o grau de complexidade da questão, exigindo maior compreensão e conceituação por parte dos estudantes. Nesse caso, eles se detiveram a apenas descrever a ocorrência da mudança de cor dos papéis de tornassol, sem uma

análise crítica ou conceitual do fenômeno observado. Como estão no início do ensino médio, possivelmente esse conceito ainda não esteja claro quanto a sua teoria, definições e suas características, direcionando os alunos a mera descrição dos fenômenos observados.

Com relação à manifestação das habilidades cognitivas de baixa ordem nos níveis N2 e N3, obteve-se um quantitativo de 32,4% e 32,4%, respectivamente. Nestes casos, os alunos identificaram a situação-problema estabelecendo um controle de seleção de informações relevantes, como a presença de um ácido durante a reação de combustão confirmada pela mudança da cor de papel do tornassol, mas não conseguiram relacionar com alguma teoria ou definição de acidez. Algumas respostas expressam o reconhecimento da situação-problema, uma proposta de solução e a relação entre os conceitos utilizados, entre eles variáveis como o pH, conceitos de neutralidade e alcalinidade em uma solução.

Desse modo, observa-se que a categorização da cognição pode ser uma importante estratégia a ser utilizada para a construção do conhecimento, alicerçada no uso de situações-problema juntamente a atividades experimentais, o que propicia ao aluno uma relação de reflexão, independência e aprendizagem, possibilitando o seu protagonismo na construção dos saberes científicos. Para Rodrigues e Malheiro (2023), o ensino de ciências deve contemplar a promoção da linguagem científica baseada em uma realidade social, incentivando os estudantes a participarem de uma situação ou ambiente de investigação, sendo possível que exponham suas impressões, concepções e subjetividades por meio da oralidade e/ou escrita, na tentativa de condicionar as habilidades cognitivas em face de diferentes atividades educativas (Almeida; Coelho; Malheiro, 2021).

CONCLUSÃO

Os procedimentos realizados neste estudo identificaram majoritariamente a manifestação de Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem no público pesquisado, o que requer a realização de mais atividades e procedimentos que possam levar ao desenvolvimento de Habilidades Cognitivas de Alta Ordem. Sugere-se que as atividades realizadas incentivaram os estudantes a participarem ativamente dos momentos de

discussão, formulação de hipóteses e proposição de soluções, propiciando uma outra forma de aprender por meio da vivência de uma nova atividade, assim como causando a promoção da motivação, autonomia e criticidade na construção dos seus processos de aprendizagem. Com isso, os estudantes se sentiram instigados a buscar soluções para as problemáticas propostas, constatação feita a partir da observação da participação, interação e atitude efetiva deles em todos os momentos da intervenção, sendo perceptível a criação de um ambiente colaborativo e enriquecido para a concretização do conhecimento científico. Entende-se que fazer uso de situações-problema possibilita ao professor aproximar a disciplina do cotidiano dos discentes, e ao fazê-lo envolvendo atividades experimentais pode-se contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e da argumentação, uma vez que o aluno é estimulado a expor seu ponto de vista a partir de sua percepção e entendimento sobre determinado problema. Compreende-se que os resultados aqui apresentados ainda são muito incipientes, mas que demonstram indícios de que o uso da problematização associada à experimentação pode ser uma maneira de motivar os estudantes e de contribuir para uma aprendizagem mais eficaz e para o desenvolvimento ou aprimoramento de habilidades cognitivas. Por fim, sabe-se que esse processo não ocorre de maneira rápida e que o uso contínuo de metodologias e estratégias didáticas que incentivem a participação ativa do alunado em seus processos de aprendizagem pode ser uma forma de fomentar os seus protagonismos, tornando-lhes responsáveis por suas aprendizagens, e permitindo-lhes ser agentes ativos na construção de seus conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e à FAPERN pelas bolsas concedidas, ao IFRN e ao Programa de Pós-Graduação em Ensino pelo apoio às atividades de ensino e pesquisa nas quais os autores participam.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Willa Nayara Corrêa; COELHO, Antonia Ediele de Freitas; MALHEIRO, João Manoel da Silva. O desenvolvimento de habilidades cognitivas em registros gráficos e escritos de um clube de ciências. **Imagens da Educação**, Maringá, v. 11, n. 4, p. 73-97, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4025/imagenseduc.v11i4.52645>.

ASSUNÇÃO, Jeneffer Araújo de; MOREIRA, Marco Antonio; SAHELICES, Concessa Caballero. A resolução de problemas como estratégia metodológica de ensino, fundamentada na teoria da aprendizagem significativa: uma análise quantitativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 13, n. 3, p. 202-223, set./dez. 2020.

BORBA, Fabiane Inês Menezes de Oliveira; GOI, Mara Elisângela Jappe. Resolução e problemas e experimentação implementadas no ensino de ciências. **Ciências & Ideias**, v. 13, n. 4, p. 39-55, out./dez. 2022.

COELHO, Antonia Ediele de Freitas; ALMEIDA, Willa Nayana Corrêa; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Desenvolvimento de habilidades cognitivas e ensino de matemática em um Clube de Ciências da Amazônia. **Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 15, n. 33, p. 37-55, jan./jun. 2019.

COELHO, Antonia Ediele de Freitas; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Manifestação de habilidades cognitivas em um curso de férias: a construção do conhecimento científico de acordo com a Aprendizagem baseada em Problemas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 505-523, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320190020014>.

COELHO, Antonia Ediele de Freitas; MALHEIRO, João Manoel da Silva. Neuroeducação e a construção de Indicadores de Habilidades Cognitivas. **Revista Educação**, Santa Maria, v. 46, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1984644443817>.

FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, e2658, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172017190117>.

FORNAZARI, Valéria Brumato Regina; OBARA, Ana Tiyomi. O uso de oficinas pedagógicas como estratégia de ensino e aprendizagem: a bacia hidrográfica como tema de estudo. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 166-185, 2017.

FRIGGI, Daniela do Amaral. **O ensino de processos de separação de misturas por meio de análise dos livros didáticos e uso de atividades experimentais**

investigativas. 2016. 70f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria, Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Santa Maria, RS, 2016.

GALVÃO, Idmaura Calderaro Martins; ASSIS, Alice. Atividade experimental investigativa no ensino de física e o desenvolvimento de habilidades cognitivas. **REnCiMa - Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 1, p. 14-26, 2019.

GAMELEIRA, Susie Taís; BIZERRA, Ayla Marcia Cordeiro. Identificação de conhecimentos prévios através de situações-problema. **Revista Educação, Cultura e Sociedade**, v. 9, n. 2, p. 130-147, 2019.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos da Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GONÇALVES, Fábio Peres; MARQUES, Carlos Alberto. A experimentação na docência de formadores da área de ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 1, p. 84-98, fev. 2016.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1983.

MENDES, Luis Otavio Rodrigues; PROENÇA, Marcelo Carlos de; MOREIRA, Marco Antonio. Ensino-Aprendizagem de Matemática via Resolução de Problemas: reflexões sob o enfoque da aprendizagem significativa crítica. **Ensino da Matemática em Debate**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 17-36, 2022. DOI: <https://doi.org/10.23925/2358-4122.2022v9i255547>.

MOTA, Maria Danielle Araújo; *et al.* Experimentação e docência nas ciências da natureza: o que pensam e fazem professores de laboratório de escolas públicas do Ceará? **Revista Pedagógica**, Chapecó, v. 25, p. 1-24, 2023.

OSÓRIO, Ticiane da Rosa. A abordagem da temática Energia no Curso de Ciências da Natureza: Licenciatura por meio da experimentação por investigação. **RELACult – Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, v. 5, ed. especial, abr. 2019.

RODRIGUES, Breno Dias; MALHEIRO, João Manoel da Silva. A escrita e o desenho na promoção de aprendizagens em um Clube de Ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 29, p. e23019, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320230019>.

SILVA, Francislainy Natália da. **Contribuições das atividades experimentais investigativas para a promoção de habilidades cognitivas no ensino superior em química.** 2022. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental, Lavras, MG, 2022.

SILVA, Marco Aurélio da; CANTANHEDE, Leonardo Baltazar; CANTANHEDE, Severina Coelho da Silva. Aprendizagem cooperativa: método jigsaw, como facilitador de aprendizagem do conteúdo químico separação de misturas. **ACTIO**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 1-21, jan./abr. 2020.

SILVEIRA, Alessandra Schopf da. **Experimentação através da resolução de problemas como ferramenta metodológica para formação de professores para o ensino de ciências na EPT.** 2018. 162 f. Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Maria, Curso de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica, Santa Maria, RS, 2018.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

ZOLLER, Uri. Algorithmic, LOCS and HOCS (chemistry) exam questions: performance and attitudes of college students. **Internacional Journal of Science Education**, v. 24, n. 2, p. 185-203, 2002.

ZOLLER, Uri; PUSHKIN, David. Matching Higher-Order Cognitive Skills (HOCS) promotion goals with problem-based laboratory practice in a freshman organic chemistry course. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 8, n. 2, p. 153-171, 2007.

ZOMPERO, Andreia de Freitas; *et al.* Habilidades cognitivas apresentadas por alunos participantes de um projeto de iniciação científica no ensino médio. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 13, n. 2, p. 325-337, 2018. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.12838>.

ZOMPERO, Andreia de Freitas; GONÇALVES, Carlos Eduardo de Souza; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades de investigação na disciplina de Ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 419-426, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320170020009>.

ZOMPERO, Andreia de Freitas; HOLPERT, Laura Nívea Rosa Silva. Habilidades cognitivas de percepção das evidências expressas por estudantes brasileiros do Ensino

Médio na resolução de situações-problemas. **Revista de Estudios y Experiencias en Educación**, v. 18, n. 38, p. 15-27, dez. 2019.

Recebido: 20/3/ 2024.

Aceito: 15/06/2024.

Sobre os autores:

Susie Taís Gameleira

Graduada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Mestre em Ensino de Ciências Exatas e Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). Especialista em Educação à Distância, pelo IFRN-EAD campus Natal Zona Leste. Professora de Química efetiva da Rede Estadual de Educação no Rio Grande do Norte.

Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Norte.

E-mail: susie.gameleira@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-9263-0764>

País: Brasil

Rony Almeida Aragão

Mestrando em Ensino pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e Licenciado em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

E-mail: ronyalmeida17@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4324-4342>

País: Brasil

Ayla Márcia Cordeiro Bizerra

Mestre e Doutora em Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Pós-doutorado em Didática das Ciências pela Universidad de Burgos (Espanha). Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Atua no Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) e no Doutorado em Ensino da Rede Nordeste de Ensino (RENOEN) ofertado pelo IFRN.

E-mail: ayla.bizerra@ifrn.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6693-9761>

País: Brasil