

# A INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS

Cláudia Roberta Küll, Dulcimeire Aparecida Volante Zanon  
*Universidade Federal de São Carlos*

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo identificar as habilidades cognitivas desenvolvidas nos estudantes de sexto ano do Ensino Fundamental a partir do estudo do congelamento superficial da água de lagos. Para tanto, a estratégia metodológica utilizada consistiu no lançamento de questões problematizadoras pela professora ao longo de todo o processo investigativo. A análise dos dados indicou que houve um movimento crescente dos níveis cognitivos apresentados nas respostas dos estudantes. Inicialmente, partiram de situações já estabelecidas e, ao final, elaboraram respostas mais completas, buscando resgatar os conceitos e as discussões a fim de aprimorar suas explicações. Ressaltamos que embora seja desejável o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem alta, as estratégias de ensino e os métodos de avaliação precisam ser alinhados a esse fim.

**PALAVRAS CHAVE:** habilidades cognitivas, investigação, ensino de ciências.

**OBJETIVOS:** Na educação básica ou no ensino superior, as atividades experimentais ainda são muitas vezes tratadas de forma acrítica e problemática. Pouca oportunidade é dada aos estudantes no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. O professor é o detentor do conhecimento e a Ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. Assim, o estudante torna-se passivo, cabendo a ele seguir um protocolo, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados. Frequentemente, essas atividades que apresentam natureza de “receita de cozinha” são planejadas com o propósito de consumir mínimos recursos, tempo, espaço e equipamentos. De acordo com Domin (2007), duas explicações podem ser dadas para sua ineficácia. A primeira se refere ao tempo que os estudantes perdem determinando se o resultado obtido é correto em detrimento ao planejamento e à organização dos experimentos. E, a segunda, diz respeito ao plano de laboratório das atividades tradicionais que facilita o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem baixa (aprendizagem mecânica, resolução de problemas algorítmicos).

Nesse sentido, uma mudança na estruturação e nos objetivos das atividades que permitam aos estudantes identificar e controlar variáveis ou participar da elaboração do procedimento experimental pode contribuir para aumentar e valorizar processos cognitivos mais complexos (investigação, tomada de decisão, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo).

O método investigativo tem mostrado eficácia em desenvolver aspectos fundamentais para a educação científica, como por exemplo a possibilidade de expor o aprendiz em atividades que favoreçam o desenvolvimento de habilidades de formular hipóteses, planejar e conduzir investigações, revisar explicações, comunicar e defender argumentos científicos.

Assim, neste trabalho tivemos como objetivo identificar e analisar as habilidades cognitivas desenvolvidas nos estudantes do Ensino Fundamental diante de atividades investigativas referentes ao congelamento superficial da água de lagos.

## QUADRO TEÓRICO

Diversos autores como Jimenez-Aleixandre e Brocos (2015), Fernandes e Silva (2004), Hofstein et al. (2005), Millar et al. (2010), Silva Júnior e Coelho (2015) ressaltam a importância das atividades experimentais que colocam os estudantes em situações onde possam protagonizar descobertas. Tais atividades podem abranger níveis de abertura relacionados ao papel do aluno durante o processo. No nível inicial, as atividades são comandadas, executadas e concluídas exclusivamente pelo professor que gradativamente abre ao aluno maior liberdade, chegando ao nível máximo de abertura. Neste nível, o aluno indica um problema a ser resolvido, elabora suas hipóteses, desenvolve o procedimento e chega à conclusão (Souza et al., 2013).

Caldeira (2005), Carvalho (2006), Suart e Marcondes (2009), Zômpero et al. (2015) têm destacado a importância do desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes. Dentre elas, podemos citar a observação, descrição, identificação, comparação, coleta, interpretação de dados bem como a sistematização em registros.

De acordo com Zoller (1993), quando um aluno resolve um problema, faz uso de diferentes estratégias que podem ser categorizadas em dois grupos. O primeiro refere-se às habilidades de ordem cognitiva alta, definidas como HOCS (*Higher Order Cognitive Skills*) que abrangem as capacidades de formular questões, solucionar problemas e tomar decisões, além do desenvolvimento de um sistema de pensamento crítico. E o segundo, habilidades cognitivas de ordem baixa, LOCS (*Lower Order Cognitive Skills*), caracterizadas por capacidades como a de conhecer, de relembrar uma informação ou de aplicar conhecimento ou algoritmos memorizados em situações familiares ou em resolução de exercícios.

Nesse sentido, para a resolução de um problema ou para a compreensão de conceitos, o estudante pode necessitar de diferentes níveis de “demandas cognitivas que se manifestam em processos mais complexos como reflexão e análise; ou, mais simples como memorização e aplicação de algoritmos” (SUART E MARCONDES, 2009, p. 54).

## METODOLOGIA

Ao todo, participaram desta pesquisa 23 estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola particular do interior do Estado de São Paulo, Brasil, no 2º semestre de 2016.

Os instrumentos utilizados na obtenção dos dados foram registro oral (gravação em áudio e vídeo), escrito e fotografias de todo o processo de execução das atividades investigativas. Cabe destacar que a professora solicitou permissão à direção da escola e aos responsáveis legais dos alunos por meio do envio de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

As atividades investigativas sobre o congelamento superficial da água de lagos foram construídas e executadas pela pesquisadora e se compuseram de três momentos: contextualização, experimentação e finalização.

No momento da contextualização, os estudantes foram instruídos a assistir a um vídeo que mostra um gato caminhando na superfície congelada de um lago, tentando (sem sucesso) capturar os peixes que ali nadam. A partir dessa situação, foram estimulados a responder as seguintes questões (em grupos): O que este vídeo nos mostra? Quais as condições do ambiente para que isso ocorra? Como você explica o que está ocorrendo? Por que apenas a superfície da água está congelada? O peso da água nos estados líquido e sólido são iguais? Justifique.

Utilizando as hipóteses lançadas pelos estudantes na contextualização, em um segundo momento, elaboramos atividades experimentais do tipo investigativas, realizadas em uma aula de 100 minutos com o objetivo de investigar o fenômeno de congelamento da água e a propriedade físico-química relacionada à diferença de peso existente entre a água líquida e a congelada. Os estudantes efetuaram procedimentos, discutiram, compararam e registraram suas hipóteses e resultados. Também responderam as questões relacionadas aos resultados dos experimentos: Qual será a temperatura em que a água se transforma em gelo? Água sólida e líquida tem o mesmo peso? Justifique.

O terceiro e último momento da atividade (finalização) consistiu na socialização dos registros e na elaboração de uma resposta (grupal) à seguinte questão proposta pela professora: Por que o gato não conseguiu pegar os peixes?

As respostas apresentadas pelos grupos em cada momento da atividade foram tabuladas e analisadas em uma planilha Excel de acordo com os níveis de habilidades cognitivas. Para tanto, foi utilizado o instrumento desenvolvido por Suart e Marcondes (2009, p. 58) baseado nas definições de Zoller (1993, 2001). Segundo essas autoras, as categorias para a análise variam de N1 a N5, sendo que N1 refere-se ao uso de dados algorítmicos com pouco ou nenhum raciocínio lógico para sua resolução. Já N2 e N3 são identificadas como habilidades cognitivas de ordem baixa (LOCS) nas quais o aluno reconhece a situação problemática, mas não identifica variáveis (N2) ou explica a resolução de um problema utilizando conceitos já conhecidos, identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações (N3). Nesse sentido, N3 pode ser entendido como uma fase de transição para N4, já categorizado como nível de habilidade de ordem cognitiva alta (HOCS), pois os alunos começam a estabelecer processos de controle para a resolução do problema, exigindo tomada de decisões, pensamento crítico e avaliativo. Por fim, no N5 de maior complexidade, o aluno consegue abstrair os estudos e conceitos para uso em outros contextos.

## RESULTADOS

Na Tabela 1 a seguir apresentamos as frequências dos níveis de cognição nas respostas dadas pelos estudantes (análise horizontal) e verticalmente, o total parcial e a frequência de respostas em cada momento da atividade investigativa. As respostas apresentadas correspondem ao total de grupos formados (G1 a G10).

Tabela 1.  
Nível de cognição de acordo com as respostas elaboradas pelos alunos

<i>Nível de Habilidade Cognitiva</i>	<i>Contextualização</i>	<i>Experimentação</i>	<i>Finalização</i>	<i>Total</i>	
N1	10	0	0	10	12,8%
N2	20	0	0	20	25,6%
N3	18	16	0	34	43,6%
N4	0	4	10	14	18,0%
Total Parcial	48	20	10	78	100%
Frequência	61,6%	25,6%	12,8%		

A partir de uma análise horizontal, podemos identificar que as respostas categorizadas por N1 e N2 estão concentradas no momento da contextualização, mostrando um esforço dos estudantes em apenas buscar uma resposta direta para a problemática, conforme exemplos:

Um gato andando sobre a água com superfície congelada. (G10)

A temperatura tem de estar a menos de 0°C. (G8)

Ainda horizontalmente, esta tabela evidencia que respostas de níveis cognitivos N3 e N4 aparecem em todos os momentos da atividade, correspondendo 61,6% do total, conforme excertos de escritas:

A camada de gelo funciona como um cobertor, impedindo que a água mais profunda congele. (G10)

A água vira gelo com a temperatura de 0°C. (G3)

Não, o gelo é mais leve pois as bolhas de ar ficam espalhadas no gelo. (G1)

Pois com a superfície da água congelada o gato não chegou até os peixes e conseqüentemente, não conseguiu pegá-los. O gelo da superfície agiu como isolante térmico, e não permitiu que o resto da água congele, e para que a superfície congele a temperatura tem que estar abaixo de 0°C. (G8)

Esses dados indicam o favorecimento de uma fase de transição em que os alunos começam a estabelecer caminhos para a resolução do problema, exigindo tomada de decisões e pensamento crítico e avaliativo (N3), mas também apresentando respostas (N4) que envolvem “elaboração de hipóteses, análise de variáveis e relações causais, ou seja, pensamentos mais complexos para a resolução de um problema (SUART e MARCONDES, 2009, p. 59). Também verticalmente, destaca-se a presença destes dois níveis, N3 e N4, nos três momentos. Acreditamos que essa situação foi impulsionada pela fato de que os experimentos propiciaram o desenvolvimento da capacidade de refletir sobre os fenômenos e articular com os conhecimentos anteriores. Já a finalização favoreceu a capacidade da escrita, pois o estudante precisou argumentar e tomar uma decisão e/ou conclusão frente ao problema proposto (Por que o gato não conseguiu pegar os peixes?), conforme excertos:

O gato não conseguiu pescar os peixes, pois a superfície da água estava congelada. A temperatura - por exemplo -, é um dos fatores que influenciou o congelamento da água primeiro pela superfície. O gelo forma uma espécie de isolante térmico, que não permite que a água continue a congelar. (G7)

Pois com a superfície da água congelada o gato não chegou até os peixes e conseqüentemente, não conseguiu pegá-los. O gelo da superfície agiu como isolante térmico, e não permitiu que o resto da água congele, e para que a superfície congele a temperatura tem que estar abaixo de 0°C. (G8)

Concordamos com Suart e Marcondes (2009), quando apontam que o nível cognitivo N3 pode ser considerado tanto LOCS como HOCS, pois além de utilizar dados e conceitos memorísticos, faz uso de processos que se aproximam do nível N4, como a elaboração de hipóteses e pensamento avaliativo.

No caso desta pesquisa, não identificamos nenhuma resposta de nível cognitivo N5 na qual se considera que o aluno consegue ultrapassar a situação analisada e a transporta para outros contextos.

## CONCLUSÕES

Esta pesquisa permitiu-nos visualizar um movimento crescente dos níveis cognitivos apresentados nas respostas dos estudantes em cada um dos momentos da atividade. Inicialmente, partiram de situações já estabelecidas (familiares) e, ao final, elaboraram respostas mais completas, buscando resgatar os conceitos utilizados na contextualização, tanto para confirmar as hipóteses iniciais, como para refutá-las e as reelaborar, de maneira que os conceitos discutidos fossem incorporados em suas explicações.

Cabe destacar que o desenho da proposta didática favoreceu o protagonismo do aluno, pois algumas habilidades fundamentais para o desenvolvimento do raciocínio foram favorecidas ao longo do processo, como capacidade de relacionar os conhecimentos iniciais com os dados científicos e as conclusões; argumentar frente a questionamentos e de solucionar problema.

Uma possível implicação desta pesquisa para a área de Educação em Ciências consiste em considerar que o processo de ensino e aprendizagem por meio de habilidades cognitivas de ordem alta é desejável, porém as estratégias e os métodos de avaliação escolhidos pelo professor precisam ser alinhados a esse fim.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahams, I. Z., Millar, R., Amos, R. Reiss, M. Practical experiments in school science lessons and science field trips. In: *Science and Technology Committee. Select Committee Inquiry: Practical experiments in school science lessons and science field trips*. London: Institute of Education University of London, 2011, p. 49-53.
- Caldeira, A.M.A. (2005). *Análise Semiótica do Processo de Ensino e Aprendizagem*. Tese de Livredocência. Unesp, Bauru.
- Carvalho, A.M.P. (2013). O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino Investigativas. In: \_\_\_\_\_. *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. 1º ed. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20.
- Domin, D. S. (2007). Students' perceptions of when conceptual development occurs during laboratory instruction. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 14-152.
- Fernandes, M.M; Silva, M.H.S. (2004). O trabalho experimental de investigação: das expectativas dos alunos às potencialidades no desenvolvimento de competências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 4 (1), p.45-58.
- Jimenez-Alexandre, M. P e Brocos, P. (2015). Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de Ciências. *Revista Ensaio*, vol.17, p.139-159.
- Hofstein, A.; Navon, O.; Kipnis, M; Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (7), p. 791- 806.
- Silva Júnior, J. M. Coelho, G. R. (2015). A aquisição de conceitos, atitudes e procedimentos de alunos de ensino médio em uma atividade investigativa sobre o tema Efeito Fotoelétrico. In: *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC*, Águas de Lindóia, SP. p. 1-8.
- Souza, F. L., Akahoshi, L.H., Marcondes, M. E. R. e Carmo, M. P. (2013). Atividades experimentais investigativas no ensino de química. In: *Cetec capacitações: Projeto de formação continuada de professores da educação profissional do Programa Brasil Profissionalizado – Centro Paula Souza - Cetec/ MEC*. p. 90.
- 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*, v.14, p. 50-74.
- Zoller, U. (1993). Are lecture and learning: are they compatible? Maybe for LOCS; unlikely for HOCS. *J. Chemical Ed.*, 70 (3), 195-197.
- Zoller, U. (2001). Alternative assesment as (critical) means of facilitating HOCS-Promoting teaching and learning in Chemistry Education. *Chemistry Ed. Res. Practice Europe*, 2 (1), 9- 17.

