

Análise dos níveis de complexidade de atividades experimentais investigativas em trabalhos da área de ensino de química

Marcelo Alexandre Barnabé Ferreira¹, Jane Raquel Silva de Oliveira²

¹Mestrando pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp/Brasil), Licenciado em Química pela Universidade Federal de Itajubá (Unifei/Brasil)

²Doutora em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar/Brasil)
Professora da Universidade Federal de Itajubá (Unifei/Brasil)

173

Analysis of the investigative experimental activities' complexity levels in works of the chemistry education area

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Experimentação; Atividade Investigativa; Ensino de Química.

Key words:

Experimentation; Investigative Activity; Chemistry Education.

E-mail:

marcelosslackuai@hotmail.com



A B S T R A C T

The objective of this article was to analyze at what level of complexity investigative experimental activities have been applied in work of the chemistry education area. Firstly, we developed an Instrument for Analysis of the Complexity of Investigative Experimental Activities, which was inspired and adapted from the literature. This Instrument is composed of three parameters (opening of the activity, student involvement and cognition of the questions), and each parameter is classified into 3 levels of complexity. In the second stage of this work, a search was made in the Annals of the six editions (2012 to 2022) of the National Chemistry Teaching Meeting (ENEQ), in Brazil, to select complete works that reported investigative experimental activities applied in basic education. It was concluded that the experimental activities reported in the chemistry education area, even if developed through an investigative perspective, do not explore more advanced levels of this type of activity.

INTRODUÇÃO

A experimentação no ensino de química é um dos temas que tem sido historicamente debatido em várias pesquisas da área, muitas das quais apontam para múltiplos objetivos e para a possibilidade de ensinar procedimentos, atitudes, bem como conceitos científicos por meio dessa estratégia. Os estudos também chamam a atenção para o fato de que os conhecimentos e as habilidades desenvolvidos pelos alunos no contexto de atividades dessa natureza dependem bem menos do experimento em si e muito mais da forma como este é conduzido (KUNDLATSCH; AGOSTINI; RODRIGUES, 2018; GONÇALVES; GOI, 2021).

A partir desse cenário, a literatura da área tem caracterizado as atividades experimentais quanto aos seus objetivos e procedimentos, denominando-as de diferentes maneiras, como demonstrativas, ilustrativas, de verificação, investigativas, problematizadoras etc., evidenciando limites e contribuições em cada uma delas. Um dos aspectos mais importantes para diferenciar essas formas de abordagem das atividades experimentais é através do papel do estudante ao

longo do processo, se mais ativo ou passivo, tanto do ponto de vista cognitivo quanto procedural (GIORDAN, 1999; BORGES, 2002; OLIVEIRA, 2010).

Entre as abordagens da experimentação que têm sido propostas nas últimas décadas, as atividades investigativas ganham destaque, sobretudo pelo fato de que elas têm o objetivo de tornar os alunos protagonistas no processo de construção do conhecimento, fazendo-os atuar em ações que envolvem desde a interpretação de problemas até a busca por soluções (ARAÚJO; ABIB, 2003). Nessa perspectiva, são inúmeras as produções de trabalhos que se dedicam a propor (e a aplicar) práticas dessa natureza para o ensino de química. Conforme Gonçalves e Goi (2021, p.145), por exemplo, a maioria das recentes pesquisas em torno da experimentação busca aproxima-la de “estratégias que envolvem a investigação, como o educar pela pesquisa, o ensino por Resolução de Problemas e, principalmente, as práticas de laboratório que trazem uma pergunta para ser respondida, desvinculando das práticas de experiências mais tradicionais”.

No entanto, as atividades experimentais investigativas não são realizadas de uma única maneira, e os alunos participam dessas práticas de ensino com diferentes graus de liberdade, de iniciativa e de elaboração conceitual em torno do experimento. Elas não são, portanto, constituídas por um procedimento único, não existindo um consenso sobre sua estruturação no contexto de ensino (SUART; MARCONDES, 2009; LISBÔA, 2015).

Nesse sentido, ao considerar que as atividades experimentais ocorrem em diferentes níveis de complexidade, este trabalho parte do seguinte questionamento: como as atividades experimentais investigativas têm sido propostas e aplicadas em sala de aula nos trabalhos da área de ensino de química? Com que níveis de complexidade essas atividades têm sido efetivamente realizadas?

Essas questões suscitaram o desafio de investigar, na literatura, formas de caracterizar as atividades experimentais, o que possibilitou a localização de alguns trabalhos que classificam esses momentos sob distintos critérios. Dessa forma, inspirado em trabalhos da área, foi elaborado um **Instrumento de Análise da Complexidade de Atividades Experimentais Investigativas** que reunisse aspectos como nível de cognição da atividade, nível de envolvimento do aluno e nível de abertura da atividade.

Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo analisar os níveis de complexidade com que as atividades experimentais investigativas têm sido propostas e aplicadas na área de ensino de química. Para tal, além da elaboração do Instrumento de Análise da Complexidade de Atividades Experimentais Investigativas, foram analisadas práticas experimentais investigativas aplicadas na educação básica reportadas em trabalhos do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). Destaca-se que este evento acadêmico, de acordo com Alexandrino, Bretones e Queiroz (2022), é uma fonte de disseminação de conhecimento que possibilita a compreensão de como os saberes químicos foram problematizados e construídos no tempo e no espaço escolar, sobretudo ao divulgar tanto trabalhos de pesquisa quanto relatos de experiências em ambientes de ensino.

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS

Conforme mencionado anteriormente, as distintas formas de se abordar as atividades experimentais no contexto de ensino têm sido descritas na literatura sob variadas denominações, sendo as mais comumente citadas: atividade de demonstração, atividade de verificação e atividades investigativas (BORGES, 2002; ARAÚJO; ABIB, 2003).



Nas atividades de demonstração, o professor executa o experimento enquanto os alunos observam, e os resultados do experimento geralmente são discutidos coletivamente com a turma. As atividades experimentais de verificação, por sua vez, que podem ou não ser executadas pelo aluno, estão necessariamente articuladas ao tema da aula, pois visam à confirmação ou à verificação de uma lei ou de uma teoria previamente abordada. Os resultados desses experimentos são geralmente previsíveis, e os alunos já possuem algum conhecimento das explicações para os fenômenos estudados. O papel do professor é supervisionar a atividade dos alunos, diagnosticar e corrigir eventuais erros (ARAÚJO; ABIB, 2003; OLIVEIRA, 2010).

Por fim, nas atividades investigativas, os alunos são incentivados a explorar, a investigar e a buscar, por conta própria, soluções para um determinado problema, que pode ter, ou não, uma relação com seu cotidiano. Nessa abordagem, o professor cria condições para que os alunos pensem, falem, leiam, escrevam e desenvolvam, de forma ativa, seu conhecimento (CARVALHO, 2018). Tais atividades podem contemplar, ainda, a apresentação de situações problemáticas, estimulando a reflexão dos alunos, a ênfase em análises qualitativas, o levantamento de hipóteses, o envolvimento dos alunos no planejamento experimental e na análise dos resultados, a comunicação dos resultados, o desenvolvimento da linguagem científica etc. Nessa modalidade, o professor atua como mediador, orientando e auxiliando os alunos na construção do conhecimento, além de permitir aos estudantes uma posição ativa no processo de construção do conhecimento. Giordan (1999), nesse sentido, enfatiza que atividades investigativas são fundamentais para o desenvolvimento do pensamento e das atitudes dos alunos, possibilitando-lhes a compreensão da construção do conhecimento científico por meio das abordagens experimentais, preferencialmente da investigativa. A esse respeito, convém citar a revisão apresentada por Gonçalves e Goi (2021, p.138) sobre as atividades experimentais no ensino de química, reforçando ainda que

175

A experimentação pode ser uma alternativa viável para ensinar e aprender os conteúdos de Química que tem o objetivo de tornar o aluno ativo, aquele que investiga, que faz observações, formula hipóteses, questiona, ou seja, faz parte dos processos de ensino e de aprendizagem. Para que isso aconteça, a atividade experimental deve ser bem estruturada de forma que os alunos possam ter a oportunidade de formularem hipóteses e pensar sobre o que estão fazendo.

Sob essa perspectiva, nota-se que, na tentativa de compreender especificamente a diversidade de ações e de possibilidades de aprendizagens das atividades experimentais investigativas, alguns pesquisadores têm buscado descrever e caracterizar aspectos como seus níveis de cognição, de envolvimento do aluno e de abertura da atividade (PELLA; 1961; CARVALHO, 2006; SUART; MARCONDES, 2008; ZOMPERO; LABURÚ; VILAÇA, 2019).

Contribuindo para essa análise, é válido mencionar Borges (2002), o qual apresenta uma caracterização comparativa entre as atividades investigativas e o laboratório tradicional, contrastando-os segundo três aspectos: grau de abertura, objetivo da atividade e atitude do estudante em relação à atividade (Quadro 1). Quanto ao **nível de abertura** da atividade, o autor propõe a existência de um contínuo, cujos extremos seriam: exercícios (geralmente presentes no laboratório tradicional), de um lado, e problemas completamente abertos, do outro.

Na mesma direção, Pella (1961) classificou as atividades experimentais em três **níveis de abertura**, considerando a autonomia que o aluno tem, ou não, durante o processo. No nível 1, o professor propõe uma situação problema e fornece os procedimentos experimentais, enquanto o

aluno coleta e analisa os dados, elabora uma conclusão e propõe soluções para o problema. Já no nível 2, o professor sugere uma situação problema, e o aluno elabora hipóteses, escolhe procedimentos experimentais, coleta e analisa os dados, elabora conclusões, além de propor soluções. No nível 3, o aluno é encarregado de propor uma situação problema, elaborar hipóteses, escolher procedimentos, coletar e de analisar os dados, além de desenvolver uma conclusão e apontar soluções para resolver ou para minimizar o problema.

Quadro 1 - Contínuo problema-exercício

Aspectos	Laboratório Tradicional	Atividades Investigativas
Quanto ao grau de abertura	Roteiro pré-definido; Restrito grau de abertura.	Variado grau de abertura; Liberdade total do planejamento.
Objetivo da Atitude do estudante	Comprovar leis.	Explorar Fenômenos
	Compromisso com o resultado.	Responsabilidade na investigação.

Fonte: Borges, 2002, p.304.



Carvalho (2006) classifica **esse envolvimento dos estudantes** em atividades investigativas em cinco níveis, baseando-se no grau de liberdade oferecido pelos professores. No primeiro nível, o docente domina a aula sem permitir que os alunos construam conhecimentos. A partir do segundo nível, há mais envolvimento dos estudantes, com a proposição de problemas, a elaboração de hipóteses e os planos de trabalho, além do registro de dados e da discussão de conclusões. Nos níveis 3 e 4, os alunos têm mais liberdade. No nível 5, similarmente aos cursos de mestrado e doutorado, eles podem propor problemas e solucioná-los como na ciência, progressão importante para a promoção da cultura científica.

Silva e Marcondes (2017) junto a Suart e Marcondes (2008) analisaram as questões formuladas pelos professores, classificando-as de acordo com a demanda **cognitiva** (Quadro 2). Habilidades de ordem mais baixa incluem recordar, aplicar conhecimentos memorizados e resolver exercícios (Q1, Q2 e Q3), enquanto habilidades de ordem mais alta envolvem controle de variáveis, elaboração de hipóteses, aplicação de conhecimentos e análise (Q4 e Q5). Conforme os autores, as categorias propostas foram adaptadas para analisar as questões formuladas pelo professor em seus planos de aula, de acordo com a demanda cognitiva a que a questão poderia estar relacionada. Assim, nas atividades investigativas, é possível trabalhar tópicos que requerem tanto habilidades cognitivas mais baixas quanto mais altas.

Quadro 2 - Caracterização de questões propostas pelo professor em atividades experimentais de acordo com a demanda cognitiva

Nível da questão	Demanda cognitiva
Q1	Somente recordar uma informação partindo dos dados obtidos, expor o dado relembrando ou aplicando fórmulas e conceitos.
Q2	Reconhecer a situação problema, identificar o que deve ser buscado, reconhecer processos como sequenciar, comparar e contestar, aplicar as leis como resolução de problemas, representar o problema como fórmulas ou equações.
Q3	Explicar a resolução de problemas utilizando conceitos já conhecidos.
Q4	Utilizar os dados obtidos para propor hipóteses, identificar ou estabelecer processos de controle para seleção de informações ou fazer inferências, avaliar as condições.
Q5	Abordar ou generalizar o problema em outros contextos ou condições iniciais.

Fonte: Adaptado de Silva e Marcondes, 2017, p.2858; Suart e Marcondes, 2008, p. 10.

Dessa forma, de acordo com Suart e Marcondes (2008), atividades investigativas devem apresentar questões em diferentes **níveis de cognição**. O nível 1, por exemplo, envolve apenas recordar informações adquiridas. No nível 2, são requeridas habilidades cognitivas mais avançadas, como sequenciar, comparar, contrastar e aplicar leis e conceitos para resolver problemas. Já no nível 3, as habilidades cognitivas mais complexas são exigidas, como propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizá-las.

Percebe-se, portanto, que há uma diversidade de aspectos e de parâmetros a se considerar no desenvolvimento e na avaliação das atividades experimentais investigativas. No entanto, tais aspectos não podem ser considerados de forma isolada, uma vez que se influenciam mutuamente.

A partir dessa amplitude, ao reunir vários autores que discutem e caracterizam as atividades investigativas, Zompero, Laburú e Vilaça (2019) propõem o desenvolvimento e a validação de uma ferramenta analítica para avaliar as habilidades cognitivas dos alunos em atividades de pesquisa no campo do ensino de Ciências. Para isso, eles estabeleceram as características que deveriam orientar as atividades investigativas, organizando-as em 7 domínios: problema; hipótese; planejamento para investigação/confronto de hipóteses; percepção de evidências; registro e análise de dados; estabelecimento de conexão entre evidências e conhecimento científico; e comunicação dos resultados. Estes indicam a relevância dos construtos e dos domínios propostos na avaliação do desempenho dos alunos no ensino baseado em investigação. Os autores mencionam, também, o uso de diferentes abordagens em atividades investigativas e a importância de envolver alunos e professores nessas atividades.

A forma como uma atividade experimental é apresentada aos alunos pode influenciar diretamente seu engajamento e interesse (CARVALHO, 2018). Se a abertura não despertar a curiosidade do alunado, pode afetar negativamente o envolvimento dele nas etapas subsequentes. O envolvimento ativo dos estudantes durante a atividade é essencial para o sucesso da abordagem investigativa e para o seu desenvolvimento cognitivo. Esse envolvimento está diretamente relacionado à forma como a atividade é estruturada, à clareza dos objetivos e às oportunidades oferecidas para os alunos explorarem e descobrirem conceitos (GONÇALVES; GOI 2021). A interconexão aqui destaca que o envolvimento não é apenas uma fase isolada, mas está entrelaçado com outros aspectos do processo.

Frente a toda essa discussão, não há dúvidas de que as perguntas feitas aos alunos durante a atividade investigativa desempenham um papel crucial no desenvolvimento de suas habilidades (ZOMPERO; LABURÚ; VILAÇA, 2019). Isso porque a interconexão com outros parâmetros é evidente, pois as perguntas podem influenciar o nível de envolvimento, promover a reflexão crítica e conectar a atividade à teoria aprendida anteriormente. Uma análise integrativa reconhece que o nível de cognição das questões está intrinsecamente ligado a outros aspectos do processo.

CAMINHOS DA PESQUISA

Instrumento de Análise de Nível de Complexidade de Atividade Experimental Investigativa

As classificações e as caracterizações apresentadas pelos autores mencionados no tópico anterior evidenciam que a análise do perfil das atividades experimentais investigativas envolve diferentes parâmetros de práticas dessa natureza, aspectos esses que estão inter-relacionados e devem ser considerados em conjunto. Uma análise isoladamente dos diferentes parâmetros de

uma atividade experimental investigativa pode resultar em uma compreensão limitada e incompleta do impacto e da eficácia do processo.

Assim, para as análises realizadas nesta pesquisa, construiu-se, a partir de classificações presentes na literatura, um Instrumento de Análise de Nível de Complexidade de Atividade Experimental Investigativa, composto por parâmetros como **cognição** (SUART; MARCONDES, 2008; SILVA; MARCONDES, 2017), **envolvimento** (CARVALHO, 2006), e **abertura** (PELLA, 1961; BORGES, 2002), sendo cada um deles classificado em três níveis. O instrumento está apresentado no Quadro 3 e possibilita uma análise global do nível de complexidade da atividade experimental investigativa.

Quadro 3 - Instrumento de Análise de Nível de Complexidade de Atividade Experimental, considerando a abertura da atividade, envolvimento do aluno no experimento e cognição das questões propostas.



178

Níveis	Abertura	Envolvimento	Cognição
Nível 1	O professor propõe a situação problema e fornece os procedimentos experimentais.	Os alunos seguem o plano de trabalho com a orientação do professor, observando e registrando dados.	Os alunos reconhecem o problema, identificam o que deve ser buscado e conhecem processos, como sequenciar, comparar e contestar.
Nível 2	O professor propõe a situação problema, e os alunos pesquisam os procedimentos experimentais.	Os alunos realizam o plano de trabalho, executam o experimento, registram dados para análise e discutem a situação-problema.	Os alunos aplicam leis para resolução de problemas, representam estes por meio de fórmulas e de equações, e explicam os problemas utilizando conceitos já conhecidos.
Nível 3	Os alunos propõem uma situação problema e escolhem os procedimentos experimentais.	Os alunos elaboram o plano de trabalho, levantam dados, identificam e estabelecem processos para seleção de informação, fazem inferências, avaliam as condições, propõem hipóteses, propõem soluções para resolver o problema e expõem a situação-problema à comunidade	Os alunos utilizam dados obtidos para propor hipóteses, identificam ou estabelecem processos de controle para seleção de informação ou fazem inferência, avaliam as condições, generalizam o problema em outros conceitos ou condições iniciais.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao considerar esses três parâmetros em conjunto, pode-se examinar como o nível da abertura da atividade pode impactar o envolvimento do aluno e, por sua vez, influenciar os níveis de cognição alcançados por ele. A interconexão entre esses elementos possibilita, portanto, uma avaliação abrangente da prática realizada, de forma a entender devidamente o impacto e a eficácia das atividades experimentais investigativas.

Seleção e análise de trabalhos que reportam atividades experimentais investigativas

Na etapa seguinte desta pesquisa, buscou-se selecionar e caracterizar trabalhos publicados na área de ensino de química que relatam atividades experimentais que tenham sido aplicadas na educação básica e que foram denominadas pelos próprios autores como investigativas. Nesse sentido, foram adotados como fonte de busca os anais do principal evento nacional da área de ensino de química, o ENEQ. Este é um encontro bienal, cuja primeira edição ocorreu no ano de 1982, e atualmente é dirigido pela comunidade de químicos do Brasil da Sociedade Brasileira de Ensino de Química (SBenQ), com apoio da Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) (ALEXANDRINO; BRETONES; QUEIROZ, 2022).

Selecionaram-se inicialmente os trabalhos publicados no período de 10 anos, entre eventos de 2012 a 2022. Durante a realização da busca dos trabalhos publicados, fez-se necessário percorrer dois caminhos para obtenção do corpus. Para os Anais do ENEQ de 2012, 2016, 2020 e 2022¹, buscou-se, em seus respectivos sites, a aba de trabalhos completos e, em seguida, a aba experimentação; foi realizada, então, a leitura do título, da palavra-chave e do resumo de todos os trabalhos listados, realizando a seleção de trabalhos possivelmente pertinentes aos objetivos da pesquisa. Para os Anais de ENEQ de 2014 e 2018, cujos trabalhos estavam disponíveis em único arquivo de pdf², foi realizada a leitura do material disponível em PDF, averiguando, por meio do título, resumo e palavras-chaves das obras, aqueles que possivelmente eram pertinentes aos objetivos da pesquisa.

Para delimitação final do corpus, o primeiro critério foi selecionar apenas trabalhos que reportavam alguma atividade envolvendo experimentação, sendo esta denominada pelos autores como de natureza investigativa. Vale ressaltar que não foram descartadas as atividades que se denominavam como ensino por descoberta; aprendizagem por projetos; aprendizagem por questionamentos; resolução de problemas; atividades contextualizadoras; estudo de caso, entre outras. Conforme destacam Zômpero e Laburú (2011), na literatura, encontram-se diferentes conceituações e significados para atividade experimental investigativa.

Após a seleção dos trabalhos que reportavam atividades experimentais investigativas, foi realizada a análise da metodologia do trabalho desenvolvido, buscando selecionar aqueles cujas atividades tenham sido efetivamente aplicadas em sala de aula da educação básica, a fim de que fosse possível analisar parâmetros relativos à participação dos alunos e do professor no decorrer de todo o processo da atividade experimental. Nessa perspectiva, considerando o pouco espaço para detalhamento das atividades, foram excluídos os resumos, sendo selecionados apenas os trabalhos completos.

Chegou-se, então, a um resultado de 47 trabalhos completos publicadas entre 2012 e 2022 que reportam, conforme os autores, atividade experimental de natureza investigativa aplicada na educação básica. As pesquisas foram agrupadas em ordem cronológica no quadro 4, com seu respectivo número de identificação (T1 a T47). Vale ressaltar que o número de trabalhos que tratam de experimentação investigativa publicado no evento é bem maior, porém muitos foram excluídos do corpus por serem resumos ou por apresentarem apenas propostas sem aplicação em sala de aula.

Quadro 4 - Trabalhos do ENEQ selecionados para análise

Nº	Ano	Título
T1	2012	Células Solares: Uma Abordagem Experimental no Ensino de Estrutura Atômica e Ligações Químicas.
T2	2012	Concepções de alunos do Ensino Médio sobre a Poluição Hídrica do Manguezal Chico Science-Recife/PE.
T3	2012	Experimentação no Ensino de Ciências: O PIBID - Química e os alunos do Ensino Médio investigam a função do agasalho.
T4	2012	Utilização de experimentos problematizadores como promoção da educação científica para estudantes do 6º ano no ensino fundamental.
T5	2014	Vivenciar para apreender: Atividades contextualizadas com abordagem CTSA para o ensino de Polímeros.

1 Os trabalhos do ENEQ de 2012, 2016, 2020 e 2022 foram localizados respectivamente nos links:
<http://www.sbz.org.br/eneq/xv/trabalhos.htm>; <https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/>;
<https://www.even3.com.br/anais/eneqpe2020/>; <https://www.even3.com.br/anais/xxieneq2022/>

2 Anais de ENEQ de 2014 e 2018 foram localizados respectivamente nos links: https://drive.google.com/file/d/1i0zcHC_RDVHcLvuRKAYZESrmcfgLg1v/view; <https://drive.google.com/file/d/1Q9FAJgMEDqRkjxrjKf5Li2FEYh2sE6N4/view>

- T6 2014 Desenvolvimento de Blogs e Revistas por alunos do ensino médio em uma perspectiva CTS.
- T7 2014 Química nas embalagens de produtos comerciais: abordagem sócio-científica para ensino de funções inorgânicas.
- T8 2014 A dissolução de açúcar em água: as construções de estudantes ao participarem de uma proposta de ensino e aprendizagem.
- T9 2014 A Química na investigação de crimes: uma estratégia interdisciplinar para o ensino de química no ensino médio.
- T10 2014 Abordando Temas Químicos da Vivência do Aprendiz: uma Proposta para a Educação Básica a partir da Estratégia de Ensino por Estudo de Caso.
- T11 2014 Articulação entre Poesia e Experimentação na sala de aula de Química do Ensino Médio: uma primeira experiência no contexto do PIBID.
- T12 2014 O uso de Histórias em Quadrinhos no Ensino de Química: relatando uma experiência.
- T13 2014 A experimentação contextualizada e interdisciplinar como ferramenta na construção do conceito de lipídio.
- T14 2014 A Experimentação Problematizadora a partir da Formulação de Cosméticos.
- T15 2014 Contextualização do tema “qualidade da água” no ensino de química para os alunos do ensino médio.
- T16 2014 Análise de uma atividade experimental envolvendo o uso de um inibidor químico em alimentos: uma abordagem com alunos da rede pública de ensino na cidade de Recife-PE.
- T17 2014 Entendendo o Macro e o Micro Utilizando a Lei da Conservação da Massa.
- T18 2014 Intervenção didática utilizando o trabalho experimental, numa perspectiva da Aprendizagem Significativa.
- T19 2016 A abordagem da Tensão Superficial através da experimentação investigativa.
- T20 2016 A QUÍMICA DO SABÃO: Uma proposta de SEI com enfoque CTS para formação cidadã dos discentes a partir do óleo vegetal.
- T21 2016 A Química do Urucum: Uma Atividade Contextualizadora no Ensino de Química Orgânica.
- T22 2016 Abordagens de experimentação investigativa no ensino de Química por alunos do PIBID.
- T23 2016 Aproximação do método jigsaw de aprendizagem cooperativa para o ensino de eletroquímica no ensino médio.
- T24 2016 Atividades experimentais na abordagem do tema poluição e tratamento da água.
- T25 2016 Célula eletrolítica para eletrodeposição de prata e as concepções dos alunos numa experimentação investigativa.
- T26 2016 Ciências da Natureza no 6º ano: uma contextualização com a Química na temática de água.
- T27 2016 Educação química mediada por sequência de ensino investigativo de produção de pão.
- T28 2016 Etileno versus Acetileno no processo de amadurecimento de frutas: Introduzindo a investigação científica no ensino médio.
- T29 2016 Experienciando eletroquímica a partir de uma pilha de compartimento único.
- T30 2016 O mundo está ficando ácido: os três momentos pedagógicos e a experimentação investigativa na formação inicial.
- T31 2016 O uso da experimentação como estratégia motivadora no ensino de química, abordando a dessalinização da água.
- T32 2016 Os aromas na sala de aula: Proposta interdisciplinar realizada em uma escola pública da cidade de Ji-Paraná.
- T33 2016 Proporções e Combinações Químicas uma atividade realizada com crianças do município de Toledo/PR.
- T34 2016 Química e a Arte: aula experimental de “laboratório aberto” envolvendo a Alquimia.
- T35 2018 O método de Estudo de Caso como alternativa para o ensino de Química: um olhar para o ensino médio noturno.
- T36 2018 A qualidade do ar: uma proposta de atividade investigativa com enfoque CTSA como possibilidade de alfabetização científica.
- T37 2018 Estudo de Caso: Ciências às margens do rio Doce em Baixo Guandu-ES.
- T38 2018 Uma abordagem investigativa da química forense: utilização de recursos audiovisuais e experimentação em um estudo de caso.
- T39 2018 Malefícios e Corrosão Causada pelos Refrigerantes: Uma Proposta Experimental e Contextualizada de Abordagem no Ensino de Química para o Ensino Médio.
- T40 2020 Articulação de conceitos químicos a partir da problematização com apore de atividades experimentais para compreensão do tema corrosão.
- T41 2020 Aplicação de uma proposta de experimentação sobre Soluções no ensino médio da Educação de



T42	2020	Jovens e Adultos (EJA) de uma escola pública de Salinas – MG. Experimentação no ensino de química: diálogos e problematizações sobre a temática leitem junto a alunos da zona rural no município de Aceguá/RS.
T43	2020	Problematização em aulas experimentais de química para a promoção de uma Aprendizagem Significativa Crítica.
T44	2022	A formação de conceitos sobre funções inorgânicas por meio do ensino investigativo contextualizado.
T45	2022	Ensino de Ciências por Investigação: propriedades físicas e químicas.
T46	2022	Ligações Químicas e a Perícia Criminal: O ensino da química através da problematização.
T47	2022	Práticas epistêmicas em aulas teórica e experimental sobre o conteúdo de Soluções

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os artigos selecionados foram lidos na íntegra, sendo as seções de metodologia e de resultados aquelas que melhor descreviam as informações pertinentes aos objetivos da pesquisa. Assim, por meio de uma Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977), em cada trabalho analisado, foram selecionados trechos (unidades de análise) que evidenciavam aspectos como: características metodológicas da atividade experimental relatada; os procedimentos adotados pelo aluno ou pelo professor; questões propostas pelo professor ou discussões realizadas pelos estudantes que possibilitassem o desenvolvimento cognitivo; envolvimento do discente com o experimento e abertura da atividade com o aluno etc. As unidades de análise identificadas nos trabalhos foram agrupadas nas categorias prévias descritas no Instrumento de Análise de Nível de Complexidade de Atividade Experimental Investigativa (Quadro 3), conforme o parâmetro (cognição, envolvimento e abertura) e seu respectivo nível (1, 2, ou 3). Dessa forma, buscou-se mapear e analisar a complexidade com que foram desenvolvidas as atividades experimentais investigativas reportadas no ENEQ. Embora, conforme sinalizado anteriormente, a avaliação de uma atividade investigativa deva ser feita de forma integrada, os resultados serão apresentados de forma separada, exemplificando, a partir dos trabalhos selecionados, cada parâmetro e seus respectivos níveis considerados nas análises.



RESULTADOS DISCUSSÃO

Análise da abertura da atividade investigativa

Como exemplo de uma abertura de nível 1, pode-se citar os trabalhos T-22 e T-25, no qual os autores mencionam:

T-22: “**Diante das problematizações colocadas**, alguns alunos podem apresentar noções prévias desenvolvidas de aprendizagens anteriores, seja provinda da escola ou fora dela. Na sequência, **os grupos receberam os materiais**, mostrados na Figura 1. **A turma seguiu orientações para montagem da cuba eletrolítica e seu funcionamento** (Figura 2).” (grifo nosso).

T-25 “Em seguida, **o experimento foi conduzido pelos pesquisadores**, que, inicialmente, **entregaram aos participantes o procedimento experimental contendo os materiais a serem empregados e instruções para que fizessem observações sistematizadas da atividade, anotando as principais características da Eletrodeposição dos reagentes e do sistema, atentando-se para as modificações ocorridas no experimento**” (grifo nosso).

Ao analisar o relato nessas atividades, fica transparente que a abertura da atividade investigativa com o aluno foi baixa, pois o processo ocorreu de forma muito centrada no

mediador, cabendo ao docente o fornecimento dos procedimentos experimentais e a da execução do experimento; e o discente, por sua vez, deve seguir o plano de trabalho, a observação e o registro dos dados (CARVALHO, 2006). Como exemplo de uma abertura de nível 2, consideram-se os exemplares T-24 e T-45:

T-24: “Para realização da atividade investigativa, **os alunos receberam uma situação problema** envolvendo uma represa que continha uma grande quantidade de sedimentos em sua água e, **organizados em grupos, deveriam pesquisar uma forma possível para o tratamento dessa água. Após a entrega das propostas apresentadas pelos alunos**, os professores analisaram os roteiros e a viabilidade da realização dos experimentos, inclusive a disponibilidade de materiais e reagentes. No laboratório de ciências da escola, **os grupos de alunos testaram, então, a eficácia de seus respectivos procedimentos na purificação de água barrenta**, previamente preparada” (grifo nosso).

T-45: “Na Etapa II, **foi apresentado aos alunos o problema de pesquisa da SEI (Quadro 1)** e, logo em seguida, os alunos levantaram hipóteses para sua resolução. **A professora organizou a turma em duplas de alunos e pediu para que eles pesquisassem em casa, utilizando livros ou internet, para apresentar possíveis soluções na aula seguinte.**” (grifo nosso).

182

Nos relatos dessas atividades, pode-se observar que o problema foi definido previamente, mas não houve indicações do que e de como deveria ser medido, e de como e qual percurso deveria ser seguido. Aqui, o grau de abertura dos alunos é maior, cabendo ao discente a escolha dos procedimentos para a coleta de dados, sendo todo o processo mediado pelo professor (CARVALHO, 2006). Ou seja, tratava-se de uma abertura de nível 2, na qual os alunos tiveram maior liberdade na escolha dos procedimentos e na busca de soluções para o problema que lhes foi apresentado.

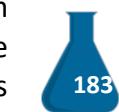
Não foram encontrados nas obras analisadas trechos que demonstravam características de abertura de nível 3. Neste nível, a principal característica esperada era encontrar a proposição de uma situação problema que fosse levantada pelo discente, assim como a escolha dos procedimentos experimentais frente ao problema. Isto é, a abertura da atividade com o aluno é de liberdade total do planejamento e da execução, cabendo a ele a utilização de meios para o levantamento de dados, proposição de hipóteses, avaliação das condições, abordagem ou generalização do problema em outros conceitos ou condições iniciais (BORGES, 2002).

Na análise geral dos trabalhos, verificou-se que abertura das atividades reportadas nas obras focou principalmente os níveis 1 e 2, nos quais, em ambos os cenários, a situação-problema é fornecida pelo mediador da atividade. As análises revelaram, ainda, que 78,7% das atividades investigativas se encontravam no nível 1 (37 trabalhos), com instruções detalhadas que incluíam dados de medida, procedimentos experimentais e observações a serem registradas. Além disso, evidenciaram que 21,30% das atividades estavam no nível 2 (10 trabalhos), no qual os alunos tinham a flexibilidade de escolher entre diferentes abordagens para solucionar a situação-problema apresentada.

Percebe-se, portanto, que as atividades experimentais investigativas propostas na área de ensino de química dão pouca abertura para que os alunos possam explorar problemas por eles levantados. A esse respeito, cabe citar Carvalho (2018), para quem as atividades que partem de uma abordagem em que as questões são provocadas por interesses dos alunos geram um engajamento mais profundo dos alunos na tarefa.

Os problemas devem, de preferência, ser colocados pelos alunos, ou por eles assumidos, ou seja, devem-nos sentir como seus, terem significado pessoal, pois só assim temos a razoável certeza de que correspondem a dúvidas, a

interrogações, a inquietações — de acordo com o seu nível de desenvolvimento e de conhecimentos. Encontra-se, aqui, uma das principais fontes de motivação intrínseca, que deve ser estimulada no sentido de se criar nos alunos um clima de verdadeiro desafio intelectual, um ambiente de aprendizagem de que as nossas aulas de ciências são hoje tão carentes (CACHAPUZ; GIL-PÉREZ; PESSOA; PRAIA; VILCHES, 2005, p.76).



Por outro lado, segundo Borges (2002) e Oliveira (2010), essa total abertura não é simples de ser implementada, sobretudo na educação básica em que, em geral, os estudantes não estão habituados a realizarem atividades investigativas, às vezes nem mesmo nos níveis iniciais de abertura. Assim, comprehende-se o fato desse nível de abertura não ter sido localizado nas propostas didáticas reportadas nos trabalhos. Ademais, Carvalho (2018) salienta que existem alguns desafios ou barreiras para que se possa desenvolver atividades investigativas que propiciem ao aluno mais liberdade de trabalho e tomada de decisões. Uma delas é relacionada às condições de trabalho de professor, começando pela baixa carga horária semanal das disciplinas de ciências na escola e pela sobrecarga de alunos e/ou de classes por docente. Outro desafio é a necessidade de conhecimentos prévios que propiciem aos alunos autonomia e liberdade na condução de atividades investigativas.

Análise do envolvimento na atividade investigativa

Como exemplo de envolvimento de nível 1, foram observados os trechos das obras T-03 e T-25:

T-03: “A prática foi desenvolvida pelos alunos em cinco grupos de oito pessoas, **com auxílio do professor e dos graduandos em química bolsistas do PIBID**. Após a atividade experimental, realizamos uma discussão para diferenciar os conceitos de temperatura e sensação térmica. Foram realizados dois experimentos. No primeiro, **os estudantes observaram dois cubos de gelo por 10 minutos, um coberto por uma flanela e o outro descoberto. Posteriormente, observaram duas batatas, aquecida à temperatura de 55 ºC**. As batatas foram deixadas em um recipiente, uma coberta por uma flanela e a outra descoberta. **No segundo experimento os estudantes mediram a temperatura dos copos de vidro e de alumínio e puderam perceber que era a mesma**”. (grifo nosso).

T-25: “Após o início do experimento, notou-se que eles estavam interessados em **observar os acontecimentos ocorridos, anotar os valores de tensão e corrente demarcados nos multímetros digitais**, para responderem, posteriormente, a atividade solicitada. **O experimento foi conduzido pelos pesquisadores que entregaram uma folha de observação experimental contendo os materiais, reagentes e o procedimento do experimento**. Foi solicitado aos discentes que **anotassem as principais características dos reagentes e do sistema, atentando para as modificações ocorridas no sistema**. Após a realização do experimento, a atividade prática e as características dos registros das informações foram discutidas com os alunos. Nessa etapa, **os estudantes mediram o tempo de eletrodeposição com o auxílio do cronômetro do celular, com os valores da tensão e corrente observados nos multímetros, preencheram uma tabela, utilizando os dados observados das figuras 1 a) e b)**, e calcularam a massa depositada, utilizando a Lei de Faraday.” (grifo nosso)

Ao analisar os relatos presentes nas atividades, percebe-se que o envolvimento do aluno na atividade investigativa é baixo, cabendo ao mediador da atividade realizar o plano de trabalho

(PELLA, 1961), e o envolvimento do estudante se dá a partir da observação do experimento para a realização de registros de dados. Logo, é plausível que nessa atividade o envolvimento do aluno se tratava do nível 1. Para exemplificar o envolvimento de nível 2, considera-se a situação expressa nas obras T-04 e T-26:

T-04: “Após a discussão, foi realizada com os estudantes a montagem de um terrário, com o objetivo de ilustrar alguns aspectos dos fenômenos discutidos. Depois ter montado o terrário discutiu-se com os estudantes o que deveria acontecer com o experimento após sete (7) dias de observações. Posterior a esse período, o terrário foi aberto e os estudantes puderam tocar no solo e verificar se os animais estavam vivos. Assim, eles mesmos puderam constatar o que aconteceu e buscar explicações. Para finalizar a aula, realizou-se uma discussão com toda a classe. Após a discussão foi entregue aos estudantes um roteiro. No mesmo havia informações sobre os materiais que deveriam ser utilizados, o procedimento e alguns questionamentos a respeito da prática. A primeira atividade experimental foi sobre a evaporação da água, na qual os estudantes utilizaram uma garrafa pet, água filtrada, sal e papel filme. Os estudantes dissolveram uma colher de sal na água, vedou a garrafa com um papel filme, expôs ao sol e observaram o que ocorreu. Na segunda atividade os estudantes construíram um modelo de filtro simples para água. Para isto, os estudantes utilizaram uma garrafa pet, em que colocaram chumaço de algodão, depois adicionaram areia fina, areia grossa, cascalho fino e cascalho grosso respectivamente, e por fim adicionaram água barreta e observaram o que aconteceu. Durante a realização das atividades experimentais aos estudantes foram orientados a anotar cada resultado experimental observado. Posteriormente discutiram-se os resultados numa perspectiva problematizadora.” (grifo nosso).



T-26: “No primeiro bêquer os estudantes adicionaram soda cáustica e diluíram em água, no segundo bicarbonato diluído em água e no terceiro bêquer adicionaram vinagre. Depois acrescentaram nos três recipientes o chá de repolho roxo e observaram a mudança das cores. Os estudantes numeraram os copos de um até onze, no copo 1 eles adicionaram repolho roxo servindo como padrão para os demais, nos copos do número dois até o onze foi adicionado um pouco das seguintes substâncias, na respectiva ordem: soda cáustica, água sanitária, sabão em pó, bicarbonato de sódio, sal amoníaco, açúcar, leite, detergente, vinagre e limão. Depois foi adicionado em cada um dos copos um pouco do extrato de repolho roxo. Após a realização dessa etapa os estudantes observavam as cores das soluções e com auxílio de uma escala indicadora do pH classificaram o valor aproximado, assim como o caráter ácido, básico ou neutro. ATIVIDADE 4: Então os estudantes acrescentaram água nos cinco copos e posteriormente acrescentaram vinagre no primeiro copo, álcool no segundo, sal no terceiro, óleo no quarto e areia no quinto copo. Após adicionarem as substâncias aguardaram um pouco e observaram quais misturaram e quais não, depois classificaram as substâncias em questão em solúveis e insolúveis.”

Nota-se que o envolvimento dos alunos, nessas atividades, é um pouco mais aberto durante a execução da atividade investigativa (PELLA, 1961; BORGES, 2002). Assim, cabe ao alunado o registro e a classificação dos dados, a execução do experimento, bem como a discussão para explicação do fenômeno estudado em questão, com a mediação do professor. Portanto, é coerente pontuar que nessa atividade o envolvimento do aluno se tratava do nível 2.

A partir desse cenário, Borges (2002) descreve a visão tradicional do laboratório, na qual as atividades experimentais realizadas pelos alunos se concentram na observação e na coleta de

dados de fenômenos já definidos pelo mediador, com o intuito de demonstrar conceitos aprendidos. Em consonância com essa perspectiva, o envolvimento nos níveis 1 e 2 das atividades investigativas analisadas nesta pesquisa é caracterizado por registros de dados simples, manipulação de variáveis e dedução de teorias por reprodução sistemática (acrítica e algorítmica).

Gil Perez e Valdés Castro (1996) afirmam, ainda, que uma abordagem investigativa em laboratório deve transcender a mera experimentação e abranger outros aspectos essenciais da atividade científica, sendo importante considerar aspectos que envolvem as relações CTS. Nesse sentido, aspectos dessa natureza ficam de lado quando se realizam atividades com envolvimento de nível 1 e 2, restringindo o compromisso do aluno apenas com o resultado da atividade experimental, com objetivo de comprovar leis, e não de explorar fenômenos com a responsabilidade na investigação (BORGES, 2002). Como exemplo de envolvimento do alunado de nível 3, considera-se o exemplo do T-7 e T-36:

T-07: “No segundo momento, os alunos foram divididos em equipes para a produção do painel de divulgação da pesquisa, após várias reuniões no contraturno (Figura 1); selecionaram as embalagens e rótulos que desejavam apresentar e expuseram o painel com os resultados de suas pesquisas, inicialmente, para os colegas da mesma turma (Figura 2). É importante destacar que a contribuição mais significativa desta etapa foi o fato de que, enquanto uma equipe apresentava suas embalagens e rótulos, havia inúmeros questionamentos da turma sobre a seleção de determinadas embalagens. Registra-se a fala da Aluna B que, quando uma equipe apresentava uma embalagem de um protetor solar com Óxido de Zinco (ZnO) em sua composição, a aluna, que não pertencia à equipe, mencionou que o óxido em questão era responsável por refletir os raios solares incididos sobre a pele. O que mais chamou a atenção da professora foi que a referida aluna mencionou que sentiu a necessidade de pesquisar sobre a função do Óxido de Zinco no protetor solar porque antes entendia que os óxidos eram prejudiciais para meio ambiente e à saúde humana e esta informação a aluna atribuiu ao livro didático. A última etapa da pesquisa foi um desdobramento das atividades desenvolvidas no decorrer das primeiras etapas. A priori havia a intenção única de expor os painéis em ambientes coletivos da escola (corredores, flanelógrafos, entrada principal etc.). Como o envolvimento dos alunos superou as expectativas iniciais da pesquisa, surgiu a ideia de produzir um vídeo com as informações que eles coletaram em rótulos e embalagens com a finalidade de informar outras pessoas acerca das funções inorgânicas, seu uso no cotidiano, precauções e riscos”.

T-36: “Separados em grupos, os estudantes foram convidados a observar as imagens e dizer como seria a qualidade do ar nesses ambientes. Analisaram e discutiram, formularam as explicações e chegaram em uma única resposta sobre como o grupo poderia avaliar a qualidade do ar nesses ambientes. No laboratório, cada grupo recebeu um problema para tentar responder. Os alunos levantaram suas hipóteses, dialogaram e decidiram qual seria o melhor caminho e material para testar suas hipóteses. Depois de testado tiveram que apresentar para o restante da turma como levantaram suas hipóteses e seus resultados, assim tiveram um momento muito rico de socialização. O objetivo dessa atividade foi desafiar os alunos e estimular para levantamento de hipóteses para resolverem os problemas. Ao final do trabalho os alunos e a professora se reuniram para discutir e socializar ideias do projeto para montar um medidor da qualidade do ar. Cada grupo escolheu um relator para apresentar suas discussões e propostas para os demais grupos da sala. Foi um momento de debate, no qual os alunos falaram uns com os outros trocando e dando novas contribuições. Ao final, três grupos, entre os cinco formados, resolveram se

juntar para uma única proposta de projeto. Estes decidiram criar um medidor da qualidade do ar com Arduino1.” (grifo nosso).

Ao analisar essas atividades, nota-se que o envolvimento do aluno na atividade investigativa é mais amplo no processo desenvolvido na atividade investigativa (PELLA, 1961; BORGES, 2002). Ele está na busca de procedimentos/experimentos, no registro e na análise de dados para uma possível explicação da situação problema. Além disso, os alunos tiveram a oportunidade de sanar dúvidas frente à situação-problema, mobilizaram questionamentos a respeito dos diferentes dados obtidos entre eles, finalizaram a participação em forma de debate entre o conjunto de estudantes, expondo a situação-problema para a comunidade na qual estavam inseridos. Dessa forma, nessa atividade o envolvimento do aluno estava no nível 3. Nesse nível de complexidade da atividade investigativa, pode-se contemplar um maior enfoque da cultura científica (CACHAPUZ; GIL-PÉREZ; PESSOA; PRAIA; VILCHES, 2005). Sua construção é o resultado de um processo que pode percorrer diferentes caminhos e trazer diferentes resultados.

Na análise de todos os trabalhos, foi possível perceber como os níveis de envolvimento aparecem nas atividades experimentais investigativas, sendo 15 delas classificadas no nível 1 (31,9%) e 25 no nível 2 (53,2%). Nesses níveis, identificaram-se características empíricas clássicas da ciência, na qual o observador (discente) deve registrar, de um modo fidedigno, tudo aquilo que pode ver, ouvir etc., para, a partir desse momento, estabelecer uma série de enunciados dos quais derivam as leis/teorias científicas que construirão o conhecimento científico. “Podemos afirmar que foi esta a concepção herdada do positivismo e que está implícita em recomendações que se fazem aos alunos: façam observações repetidas, observem com atenção, selecionem as observações importantes” (CACHAPUZ; GIL-PÉREZ; PESSOA; PRAIA; VILCHES, 2005, p.81). Essas concepções tendem para que os fatos científicos possam dar enfoque na observação, esquecendo-se, muitas vezes, do significado da teoria, uma das etapas mais importantes do método científico.

O nível 3, presente em 7 atividades (14,9%), revela características que favorecem a apropriação mais efetiva do conceito de investigação no processo de aprendizagem, rompendo com a ideia tradicional dos procedimentos experimentais como “receita de bolo”, que devem ser seguidos e que não admitem o improviso e a modificação (CARVALHO, 2018). Desse modo, como salienta a autora, a experimentação deve ser uma forma de problematizar a construção dos conceitos científicos, sendo ponto de partida para que os alunos construam sua própria explicação frente à situação-problema por meio da prática experimental. Assim, os discentes são levados a desenvolver uma melhor compreensão da cultura e da prática científica na reflexão de como são construídos e validados os conceitos científicamente, sendo um ambiente favorável para desenvolvimento de hipóteses para soluções do tema-problema. Nesse sentido, as hipóteses não são as respostas que o aluno procura no experimento, elas devem ser entendidas por ele.



Análise da cognição proposta ao alunado

Como exemplo do nível 1 para análise da cognição da questão proposta, consideram-se os trabalhos T-02 e T-39, extraídos de um questionário apresentados aos alunos:

T-02: “Questionário I – Com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos, elaborou-se um questionário do qual constavam cinco questões – O que é manguezal? Para você, qual a importância do manguezal? Que ações podem destruir ou impactar o manguezal? Qual a biodiversidade (animais e vegetais) que encontramos no manguezal? Qual a qualidade da água do manguezal?. Questionário II - Para a análise dos conhecimentos dos alunos sobre as diferenças dos parâmetros cor e turbidez, após a atividade experimental. Qual a cor da água? Qual a cor da água do Manguezal na amostra colocada no tubo de

ensaio? Você conhece o índice de poluição da água pela sua cor? A cor da água do Manguezal tem influência na biodiversidade encontrada no Manguezal? O que você entende por turbidez e cor da água?".

T-39: "1. Já ouviu dizer que refrigerantes de cola são corrosivos () Sim () Não; 2. Você acredita que os refrigerantes de cola são corrosivos? () Sim () Não; 3. Justifique a resposta anterior; 4. O que é corrosão?; 5. Você acredita que refrigerantes de outros sabores possam ser corrosivos? () Sim () Não; 6. Justifique a resposta anterior; 7. E os sucos industrializados, você acredita que eles possam ser corrosivos também? () Sim () Não; 8. Justifique a resposta anterior; 9. Na sua opinião, o que é mais saudável, suco industrializado ou refrigerante? Justifique.".

Nota-se, nessas atividades, que o questionamento e/ou indagações feitas pelo mediador são baixas (SUART; MARCONDES, 2008; SILVA; MARCONDES, 2017), exigindo que o alunado identifique a situação-problema e o que deve ser buscado. Para isso, é necessário reconhecer processos como comparar e contestar, além de recordar uma informação partindo dos dados já adquiridos. Portanto, parecia tratar-se do nível 1 de cognição. Para análise da cognição proposta de nível 2, consideram-se os exemplos retirados das obras T-01 e T-16:

T-01: "Como as células solares transformam a energia luminosa em energia elétrica? Explique como ocorre a deposição da prata quando uma solução de seu sal é submetida a uma fonte de energia elétrica? O efeito fotovoltaico remove elétrons dos átomos proporcionando a formação de uma voltagem na célula. De qual região do átomo esses elétrons são removidos e por quê? De acordo a teoria de ligação metálica como ocorre à condução de corrente elétrica? Quais tipos de materiais podem ser empregados como isolantes de corrente elétrica, qual tipo de ligações eles fazem? De acordo com o tipo de ligação química que os componentes da célula (Transistores, Fios, Chapa Metálica, Suporte de borracha) fazem, classifique-os em isolantes, condutores, ou semicondutores. Qual a importância da energia solar como fonte de energia alternativa?".

T-16: "Q1. Baseado no conhecimento químico e nas observações do grupo, durante a realização do experimento, explique o que aconteceu com os pedaços de maçã nos pratos 1 e 2? Q2. Ocorreu alguma mudança na textura/aparência dos 2 pedaços de maçãs? Se positivo, represente quimicamente as modificações ocorridas na polpa de maçã dos pratos 1 e 2? Q3. Qual a influência de certa propriedade química presente no suco de limão quando este é adicionado à polpa de maçã? Justifique sua resposta. Q4. Frequentemente, se adiciona sucos de frutas cítricas na preparação de saladas de frutas. Explique com base na química porque se adota tal procedimento?"

Nessas atividades, os autores descrevem diversas questões nas quais o estudante pode estabelecer relações entre a atividade experimental e a problematização inicial, o que requer habilidades cognitivas mais elevadas, como: explicar problema representando o tema-problema com utilização de fórmulas e/ou de equações (SUART; MARCONDES, 2008; SILVA, MARCONDES, 2017). Portanto, parece ser uma atividade do nível 2 de cognição. Como exemplo do nível 3 para análise da cognição da questão proposta, considera-se a situação dos trabalhos T-11 e T-12:

T-11: "A primeira pergunta questionava qual o principal tema envolvido no poema. (pag. 04). A segunda questão abordava os outros temas que poderiam ser observados no poema. A terceira questão pedia aos alunos que destacassem os termos científicos encontrados no poema. A quarta questão pedia aos alunos que

determinassem quais termos eles classificariam como soluções. Por fim, na última questão do primeiro bloco, os alunos tiveram espaço para deixar sua opinião sobre o uso do poema (pag. 05). O segundo bloco de questões era referente ao experimento. A primeira pergunta questionava a composição da lágrima (pag. 06). Na pergunta seguinte, questionou-se sobre a existência de outros métodos para a realização da análise da lágrima. A terceira pergunta questionou se os testes realizados no laboratório podem determinar as características da pessoa que deu origem à lágrima. Na última questão, solicitou-se que os alunos elaborassem um poema, com base nas duas aulas realizadas.”

T-12: “Se, ao invés de terem os elementos que os personagens da história tiveram para resolver o problema (equipamentos de laboratório sem marcação de volume e moedas de ouro), eles tivessem apenas o laboratório da escola e os materiais disponíveis nesse laboratório, como seriam capazes de assegurar se a estátua é ou não de ouro? A professora pergunta para a turma como seria possível saber qual a massa que a estátua de ouro deveria ter?”



Nessas atividades, o questionamento e/ou indagações feitas pelo mediador é de mais alta ordem (SUART; MARCONDES, 2008; SILVA; MARCONDES, 2017). Os alunos devem reconhecer, então, a situação-problema, explicar os conceitos já conhecidos, utilizar dados para propor hipóteses, identificar ou estabelecer processos de controle para seleção de informações, fazer inferências e avaliar as condições abordando o problema em conceitos e em condições iniciais.

Na análise geral dos trabalhos quanto ao nível de cognição das atividades, verificou-se o seguinte perfil: nível 1, presente em 26 atividades (55,3%), exigindo dos alunos o reconhecimento de uma situação-problema e de processos de comparação e de contestação; nível 2, observado em 14 trabalhos (29,8%), em que os alunos devem explicar o fenômeno utilizando conceitos conhecidos e aplicar leis para resolução de problemas; e nível 3, presente em apenas 4,3% dos trabalhos, exigindo habilidades cognitivas mais avançadas, como elaboração de hipóteses e seleção de informações. Vale ressaltar que em 5 dos trabalhos (10,6%) não foram encontrados relatos sobre as questões levantadas pelo mediador antes, durante ou depois da atividade.

Análise geral da complexidade das atividades experimentais investigativas

Na Figura 2, apresenta-se uma análise integrada dos trabalhos quanto aos níveis de complexidade relativos à abertura, ao envolvimento e à cognição.

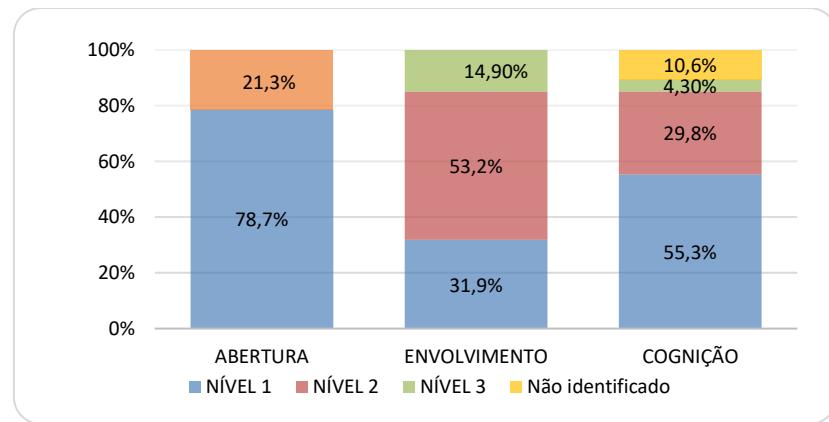


Figura 2 - Níveis das complexidades das atividades investigativas reportadas nos trabalhos analisados.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Percebe-se, nesse gráfico, que, considerando os três parâmetros, a maioria das atividades experimentais investigativas são trabalhadas nos níveis 1 e 2. Neles, a abertura da atividade é menor, pois o problema nasce de uma situação oriunda pelo mediador da atividade. O envolvimento do aluno na atividade está ligado a um sentido continuista, acumulando conhecimento científico, que avança por parcelas, sem rupturas, sem desvios e sem que outros problemas no quadro da mesma problemática tenham surgido, numa perspectiva marcadamente empirista, muitas vezes, de uma situação ditada apenas pela realidade observada. E, por fim, o nível de cognição proposto aos alunos (1 e 2) aparenta terminar com a solução encontrada (CACHAPUZ; GIL-PÉREZ; PESSOA; PRAIA; VILCHES, 2005).

Nota-se, ainda, que o nível 1, mais inicial, aparece com maior frequência nos parâmetros relativos à abertura e à cognição. Quanto ao envolvimento, a maior parte das atividades foi empregada no nível 2. Esse padrão observado nas atividades experimentais investigativas pode ser explicado por vários fatores que estão relacionados à maneira como os educadores abordam o ensino, à estrutura das atividades que são propostas e às expectativas que são estabelecidas no ambiente educacional (CACHAPUZ; GIL-PÉREZ; PESSOA; PRAIA; VILCHES, 2005; GONÇALVES; GOI, 2021). Se a abordagem pedagógica, isto é, a maneira como os professores conduzem o processo da atividade, é mais tradicional, com o mediador desempenhando um papel central na definição de problemas e fornecimento de procedimentos, isso pode resultar em atividades no nível 1 de abertura, no qual os alunos têm menos autonomia. Educadores podem sentir-se mais confortáveis com um maior controle sobre as atividades, acreditando que isso pode garantir o alcance dos objetivos de ensino.

As expectativas dos educadores sobre o que os alunos podem realizar e como eles devem abordar as atividades também desempenham um papel importante (GIL PEREZ; VALDÉS CASTRO, 1996). Se os docentes priorizam a transmissão de informações e o controle da estrutura da atividade, isso pode se refletir em atividades com menor abertura. Em outras palavras, se a ênfase está mais no acúmulo de conhecimento do que na exploração criativa e independente, as atividades tendem a se alinhar ao nível 2 de envolvimento, em que os alunos aplicam conceitos aprendidos de maneira mais passiva. Se as atividades são mais guiadas e predefinidas pelos educadores, por se sentirem mais confortáveis e acreditando que isso possa garantir que certos conceitos sejam transmitidos, é mais provável que exija dos alunos o nível 1 de cognição, realizando tarefas como reconhecer o problema, identificar o que deve ser buscado e conhecer processos, a saber: sequenciar, comparar e contestar.

Por fim, é importante destacar que poucas são as atividades que apresentaram parâmetros no nível 3, ocorrendo de forma um pouco mais evidente no parâmetro relativo ao envolvimento dos alunos. Esse baixo índice pode ser interpretado como as barreiras enfrentadas pelos professores, como os aspectos histórico-epistemológicos do conteúdo, as condições de trabalho, a carga horária reduzida, a alta demanda de alunos por professor e a complexidade do planejamento etc. (CARVALHO, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa partiu da observação de que as atividades experimentais investigativas são, não somente denominadas, como também propostas de diferentes maneiras na literatura. Igualmente, também observamos distintas formas de avaliá-las, considerando fatores variados.

Dada tantas variáveis, como fazer uma avaliação de como as atividades experimentais dessa natureza tem sido aplicadas na área de ensino de química?

Assim, este trabalho partiu inicialmente da necessidade de integrar diferentes formas de se avaliar as atividades experimentais investigativas, sendo então elaborado um **Instrumento de Análise de Nível de Complexidade das Atividades Experimentais Investigativas**. Este instrumento propõe que as atividades experimentais investigativas abarcam múltiplos aspectos e podem ser caracterizadas quanto à autonomia do aluno na escolha dos procedimentos (grau de abertura), quanto às habilidades cognitivas potencializadas pelas questões propostas na atividade (nível de cognição), ou ainda quanto ao envolvimento sociocientífico dos alunos no problema proposto (grau de envolvimento). Para cada um desses aspectos é possível classificar a atividade em níveis que vão do inicial, intermediário e avançado (1, 2 ou 3, respectivamente).

Este modelo foi então aplicado no sentido de se identificar os níveis de complexidade com que atividades experimentais investigativas, reportadas em trabalhos publicados no ENEQ, foram aplicadas na educação básica. Em linhas gerais, os resultados desse estudo indicaram que o nível mais inicial aparece com maior frequência quando analisamos parâmetros como a autonomia do aluno (grau de abertura) ou as habilidades cognitivas das questões propostas (nível de cognição). Quanto ao envolvimento do aluno com o problema, a maior parte das atividades foi empregada no nível intermediário. E poucas foram as atividades que apresentaram abertura, envolvimento ou cognição no nível avançado.

Conclui-se, portanto, que as atividades experimentais reportadas na área de ensino química, ainda que propostas com a perspectiva investigativa, na qual se pressupõe um papel mais ativo do aluno, não exploram níveis mais avançados deste tipo de atividade. Ou seja, os discentes ainda têm pouca autonomia para propor problemas, sendo estes geralmente sugeridos pelo professor. Mesmo que a atividade não tenha um roteiro muito fechado, frequentemente não são eles que pesquisam e escolhem os procedimentos experimentais. Sua função está mais centrada na execução do experimento e na coleta de dados. Também são poucos os casos em que os alunos conseguem, de forma mais autônoma, propor hipóteses, explicações para os resultados observações e encaminhar soluções para os problemas.

Na análise dos trabalhos, verifica-se que esse perfil nem sempre é decorrente do planejamento da atividade em si, mas das dificuldades contextuais, como tempo que os docentes têm para execução de toda a proposta didática. Isso porque atividades investigativas mais abertas e que deem mais autonomia aos estudantes requerem um tempo maior para que os estudantes possam desenvolvê-las.

Ademais, é fato que a pouca experiência dos estudantes com atividades em que tenham papel mais ativo e até mesmo com práticas experimentais mais demonstrativas costuma ser o desafio para elevar o nível das atividades investigativas. Nesse sentido, propõe-se que atividades dessa natureza sejam desenvolvidas com maior frequência no ensino de química, a fim de que os alunos possam trabalhar, gradativamente, em níveis de complexidade mais elevados de abertura, de cognição e de envolvimento, desenvolvendo, assim, autonomia, bem como habilidades e familiaridade com práticas investigativas.

Por fim, destaca-se o Instrumento de Análise de Nível de Complexidade das Atividades Experimentais Investigativas, desenvolvido e aplicado neste trabalho, que possibilitou uma análise mais objetiva dos trabalhos selecionados, identificando, de forma integrada, aspectos relativos à abertura, ao envolvimento e à cognição estão presentes em propostas didáticas envolvendo atividades dessa natureza. Entende-se que esse instrumento pode ser usado e adaptado a



contexto de pesquisas que envolvam essa temática, além de se tratar de um recurso que pode auxiliar o professor no planejamento e/ou na análise de atividades experimentais investigativas em suas práticas de ensino.

Recomenda-se ainda que este instrumento possa ser ponto de partida para futuras pesquisas, como sua aplicação e aprimoramento no contexto da formação de professores e/ou utilização na avaliação de atividades experimentais propostas para a educação básica.

Referências

ALEXANDRINO, D. M.; BRETONES, P. S.; QUEIROZ, S. L. Anais dos ENEQ: o que nos dizem sobre a área de educação em química no Brasil? **Química Nova**, v. 45, p. 249-261, 2022.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo Lisboa**: Edições 70, 1977.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; PESSOA, A. M.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.18, n.13, p. 765-794, 2018.

CARVALHO, A. M. P. **Las practices experimentales en el proceso de enculturación científica. Enseñar ciencias en el Nuevo milenio**: retos y propuestas. Santiago: Universidad Católica de Chile, 2006.

GIL PEREZ, D; VALDÉS CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 0155-163, 1996.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica: Uma Revisão de Literatura. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 1, p. 136–152, 2021.

KUNDLATSCH, A.; AGOSTINI, G.; RODRIGUES, G. L. Conteúdos curriculares no ensino de química: analisando artigos da Química Nova na Escola sobre experimentação. **Educação Química en Punto de Vista**, v. 2, n. 1, p.102-124, 2018.

LISBÔA, J. C. F. QNEsc e a seção experimentação no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 2, p. 198-202, 2015.

OLIVEIRA, J R. S. de. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

PELLA, M. O. Criteria for good experimental research in the teaching of science. **Science Education**, v. 45, n. 5, p. 396-399, 1961.

SILVA, D. P.; MARCONDES, M. E. R. Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de natureza investigativa no ensino de química: reflexões de um grupo de professores. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 2857-2862, 2017.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, p.1-22, 2008.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E.; VILAÇA, T. Instrumento analítico para avaliar habilidades cognitivas dos estudantes da educação básica nas atividades de investigação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, p. 200–211, 2019.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar em que níveis de complexidade as atividades experimentais investigativas têm sido aplicadas em trabalhos da área ensino de química. Na primeira etapa da pesquisa, elaborou-se um Instrumento de Análise da Complexidade das Atividades Experimentais Investigativas, inspirado e adaptado a partir da literatura. Esse instrumento é composto por três parâmetros (abertura da atividade, envolvimento do aluno e cognição das questões), sendo cada um deles classificado em 3 níveis de complexidade. Na segunda etapa da pesquisa, fez-se uma busca nos Anais de seis edições (2012 a 2022) do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), a fim de selecionar trabalhos completos que reportassem atividades experimentais investigativas aplicadas na educação básica. Conclui-se que as atividades experimentais reportadas na área de ensino química, ainda que propostas com a perspectiva investigativa, não exploram níveis mais avançados deste tipo de atividade.

Palavras-chave: Experimentação, Atividade Investigativa, Ensino de Química.



192

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue analizar con qué niveles de complejidad se han aplicado las actividades experimentales investigativas en trabajos del área de enseñanza de la química. En la primera etapa de la investigación, elaboramos un Instrumento de Análisis de la Complejidad de las Actividades Experimentales Investigativas, inspirado y adaptado de la literatura. Este instrumento está compuesto por tres parámetros (apertura de la actividad, participación del alumno y cognición de las preguntas), siendo cada parámetro clasificado en 3 niveles de complejidad. En la segunda etapa de la investigación, se realizó una búsqueda en los Anales de seis ediciones (2012 a 2022) del "Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)", con el fin de seleccionar trabajos completos que informaran sobre actividades experimentales investigativas aplicadas en la educación básica. Se concluye que las actividades experimentales reportadas en el área de enseñanza de química, aunque propuestas con la perspectiva investigativa, no exploran niveles más avanzados de este tipo de actividad.

Palabras clave: Experimentación, Actividad Investigativa, Enseñanza y Química.