

Transformando problemas de pesquisa em problemas para o ensino investigativo: analisando a visão de pós-graduandos da Química

**Alicia Marina de Bessa Lima¹, Marianna Fernanda Roesler¹,
Ettore Paredes Antunes³, Lucia Helena Mascaro Sales⁴.**

¹ Universidade Federal de São Carlos, amblima@estudante.ufscar.br

² Universidade Federal de São Carlos, mariannaroesler@estudante.ufscar.br

³ Universidade Federal de São Carlos, ettore@ufscar.br

⁴ Universidade Federal de São Carlos, lmascaro@ufscar.br

INTRODUÇÃO

A implementação de atividades investigativas no ensino, a partir de situações problemas que engajem os estudantes na aprendizagem das ciências e na (re)construção de conhecimentos está sustentada na ideia de que o conhecimento tem origem em um problema e/ou pergunta (Bachelard, 1996). Assim a proposição de um problema interessante mobiliza o desenvolvimento do espírito científico e habilidades como: planejamento de uma investigação experimental; elaboração de hipóteses, elaboração de procedimentos experimentais, coleta e análise de dados e comunicação de resultados (Kasseboehmer, 2015). Os objetivos dessas atividades não consistem apenas na obtenção de resultados corretos, mas também em compreender os processos de construção de conhecimentos, nos quais os erros se configuram-se como pontos de partida para (re)construção dos mesmos.

O processo de investigação, a partir de atividades experimentais, envolve momentos importantes para articular conhecimentos, procedimentos e atitudes que são fundamentais na atividade científica para construir conhecimento e desenvolver as habilidades científicas (Etkina, 2006).

As pesquisadoras Maia e Justi (2008) argumentam que o processo de investigação merece atenção especial em sua abordagem no ensino, por se tratar do processo de construção da própria ciência. Desse modo, as atividades investigativas podem permitir não só o desenvolvimento do conhecimento sobre como a ciência é construída, mas também pode proporcionar o desenvolvimento de habilidades durante a condução do processo.

Na Figura 1 temos uma representação do processo de investigação em atividades experimentais investigativas, segundo a proposta dos pesquisadores Kasseboehmer (2015, p.106). Esses pesquisadores propõem níveis de abertura nas investigação que aumentam gradativamente, considerando a proposição do problema; escolha dos materiais; elaboração dos procedimentos experimentais; coleta e análise dos dados; e as conclusões. Portanto articula o diálogo entre teorias, observações e as experiências, exigindo portanto, a capacidade de criar, embasamento teórico e espírito crítico (Praia, 2002). Não é uma tarefa fácil desenvolver a

habilidade de elaborar problemas, desse modo, a utilização de atividades experimentais investigativas podem ser promissoras para desenvolvê-las nos discentes.

Figura 1: Processo investigativo em uma atividade experimental



Fonte: Kasseboehmer (2015)

Portanto, o ponto de partida de qualquer investigação, quer seja científica quer seja no contexto do ensino por investigação, são os problemas ou questões problemas. Kasseboehmer e colaboradores (2015), discutem uma síntese para as três etapas da prática científica em geral após a identificação de um problema: a) Elaboração de hipótese: São ideias transitórias que são construídas buscando a solução para o suposto problema, são elaboradas de forma coerente com suporte teórico. b) Elaboração de estratégias para verificar a coerência das hipóteses: momento de elaboração das estratégias para validação ou negação da hipótese inicial, pode terminar gerando novas hipóteses e novos experimentos. c) Discussão coletiva: momento em que as hipóteses são apresentadas e discutidas para a comunidade, culminando na aceitação ou negação.

Com relação ao problema a ser investigado, o mesmo deve ser escolhido em função dos interesses do aluno. (Carvalho, 2013). Wartha e Lemos (2016) afirmam que para elaborar perguntas investigativas, estas devem ter relação entre conceito e contexto, ou seja, deve haver interligação entre o conceito científico que se quer abordar com um contexto ou uma situação onde o conceito explicará o fenômeno apresentado.

Wartha e Lemos (2016) sugerem tipologias de investigação, vistas no quadro 1, que auxiliam professores na elaboração de perguntas investigativas.

Quadro 1: Tipologias de investigação.

Investigações do tipo “qual?”	• Quais dos fatores afetam X? • Qual é o melhor plano para...? • Qual o X melhor para...?
Investigações do tipo “o quê?”	• O que acontece se...? • Qual relação existe entre X e Y?
Investigações do tipo “como?”	• Como é que diferentes X afetam Y? • Como é que varia X com Y? • Como é que X afeta Y?
Investigações gerais	• Um questionário histórico ou local • Um projeto a longo prazo
Atividades de resolução de problemas	• Planejar e construir • Resolver um problema prático • Simulações

Fonte: Wartha, 2016.

Apesar deste tipo de abordagem aproximar o estudante do trabalho científico, o seu objetivo, de acordo com Carvalho (2013, p.9) não é tornar os estudantes cientistas ou pensar como os mesmos:

O que se propõe é muito simples – queremos criar um ambiente em sala de aula de Ciências de tal forma que possamos conduzir (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possamos gradativamente ir ampliando sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica. (Carvalho, 2013, p.9)

Diante da fala da autora, pode-se dizer que a abordagem investigativa tem como um dos seus objetivos introduzir um pensamento científico, gradativamente, conforme o professor aplica investigações em sua sala de aula.

Assim, o presente trabalho - que faz parte de um projeto maior - busca responder à seguinte pergunta: como os pós-graduandos da Química transformariam as questões de pesquisa dos seus projetos em problemas para serem investigados utilizando a abordagem investigativa? Para isso, foram feitas entrevistas com discentes do curso de mestrado, doutorado e pós-doutorandos de um Programa de Pós-Graduação em Química de uma Instituição de Ensino Superior pública no interior do estado de São Paulo, conforme será apresentado nas próximas seções.

METODOLOGIA

O presente estudo é um recorte de uma pesquisa mais ampla, na qual se busca transformar as pesquisas científicas da área da Química “dura” em atividades de ensino e divulgação, utilizando diversas abordagens e instrumentos (FAPESP - Processo 2025/02263-6) . Aqui apresentaremos apenas as respostas à uma pergunta de um roteiro de entrevista semiestruturado mais amplo e que aborda diversos temas.

A pergunta que analisaremos é a seguinte: “Se seu projeto de pesquisa fosse transformado em uma pergunta para alunos do ensino médio, qual contexto central você colocaria?”

Essa pergunta foi feita para 08 (oito) pós-graduandos de um Programa de Pós-Graduação em Química de uma universidade pública do interior paulista. Deste, 06 estavam cursando o doutorado e 02 o mestrado, ambos em Química. Dos 8, 03 atuam na área de Química Orgânica, 03 na área de Química Inorgânica e 02 na área de Físico-Química. A fim de manter o anonimato dos participantes, os nomes foram substituídos por códigos conforme o seguinte esquema: D ou M para doutorandos ou mestrandos, respectivamente; QO para orgânica, FQ para físico-química e QI para química inorgânica, no que se refere à sub-área da química na qual desenvolvem seus projetos; por fim um número para diferenciar cada um dos participantes. Apresentamos no Quadro 2 a seguir um mapa dos códigos criados.

Quadro 2. Respostas dadas pelos entrevistados à pergunta.

Código do sujeito	Sub-área da Química	Curso
DQO1	Química Orgânica	doutoranda
DQO2	Química Orgânica	doutoranda
MQO1	Química Orgânica	mestrando
MQI1	Química Inorgânica	mestranda
DQI1	Química Inorgânica	doutorando
DQI2	Química Inorgânica	doutoranda
DFQ1	Físico-Química	doutorando
DFQ2	Físico-Química	doutorando

Fonte: Os autores.

Para análise dos resultados obtidos nos questionários e entrevistas, optou-se por utilizar a Análise de Conteúdo que consiste em descrições objetivas e sistemáticas do conteúdo das falas ou escolhas das respostas a fim de atingir a compreensão dos seus significados e criação de categorias que representem uma ideia comum (Bardin, 2009)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como discutido anteriormente, um dos aspectos mais importantes da abordagem investigativa é a proposição de perguntas ou problemas que serão o ponto de partida - e de chegada - de uma investigação no contexto educacional.

Quando pensamos no contexto da produção do conhecimento, isto é, nos laboratórios de pesquisa e nos projetos da pós-graduação, também são necessárias perguntas e contextos para a justificação da realização de cada uma das pesquisas. Assim, no intuito de aproximar os contextos da pesquisa científica com o contexto escolar, na forma de investigativa, fizemos a seguinte pergunta, na forma de entrevista, para 08 pós-graduandos: “Se seu projeto de pesquisa fosse transformado em uma pergunta para alunos do ensino médio, qual contexto central você colocaria?”. Apresentamos no Quadro 2 as respostas dadas por cada um dos entrevistados.

Quadro 2. Respostas dadas pelos entrevistados à pergunta.

DQO1	<i>Aumento de rendimento das reações.</i>
DQO2	<i>Como melhorar essa reação? O que precisa mudar na reação para que o rendimento aumente e para que o processo fique mais verde?</i>
MQO1	<i>Alquimia, processo alquímico gerando um gás que pode ser usado e transformado em algo para salvar as pessoas.</i>
MQI1	<i>Salvar o mundo, mesmo que em pequenos passos</i>
DQI1	<i>Problemas de obter moléculas apenas do tipo L por que essas moléculas seriam as que trariam benefícios para as sociedades e que há a possibilidade de contaminação de espécies do tipo D.</i>
DQI2	<i>Transformação das coisas a partir da luz solar, ideia do mágico/alquimista (questão da transformação em ouro/plásticos)</i>
DFQ1	<i>Achar ou testar as condições ideais para produzir o catalisador.</i>
DFQ2	<i>Talvez a questão da seletividade do catalisador.</i>

Fonte: Os autores.

Utilizando os referenciais teóricos, foi possível identificar X categorias de respostas: A. Estritamente Científicos, B. Utilitaristas e C. Contexto Imaginativo. A seguir iremos detalhar cada uma dessas categorias.

Para a categoria A. Estritamente Científicos, foram alocadas as falas dos entrevistados DQO1, DQO2, DQI1 e DFQ1. Essas falas remetem à perguntas ou contextos que fazem mais sentido dentro dos laboratórios de pesquisa do que no contexto da Educação Básica. A fala do DQO2, por exemplo, “Como melhorar essa reação? O que precisa mudar na reação para que o rendimento aumente”, reflete bem o problema que a doutoranda deve estar resolvendo em seu projeto de pesquisa. Outro exemplo claro que problema típico a pesquisa científica é a fala do DFQ1: “Achar ou testar as condições ideais para produzir o catalisador”. Mais uma vez, esse

problema é certamente o desafio científico e tecnológico que o doutorando enfrenta em seu projeto.

Entretanto, como discutido por Wartha e Lemos (2016), uma boa questão de investigação para ser aplicada no contexto da sala de aula precisa além de ter os elementos do "qual?", "o que?" e "como?", é muito importante conectar com um contexto social, ambiental, econômico, entre muitos outros, mais amplo. Neste sentido, as respostas dos 4 pós-graduandos alocadas na categoria A representam ausência de um contexto maior, ou melhor, de uma contextualização com o entorno do aluno da educação básica.

Já na categoria B. Utilitaristas, partimos da ideia geral do obstáculo epistemológico do Bachelard utilitarista/pragmatismo: "Em todos os fenômenos, procura-se a utilidade humana, não só pela vantagem que pode oferecer, mas como princípio de explicação. Encontrar uma utilidade é encontrar uma razão" (Bachelard, 1996, p.114). Segundo o autor, o pensamento pragmático congela e desvirtua o que o conhecimento científico tem de mais importante, a saber: a liberdade, a busca despreocupada e, o mais importante para este trabalho, condiciona as perguntas para apenas àquelas que podem gerar benefícios para a sociedade, o que parece ser o oposto do princípio investigativo defendido aqui (Carvalho, 2013, Wartha e Lemos, 2016).

Assim, identificamos nas falas dos pós-graduandos MQO1, MQI1 e DQI1, que expressam claramente: "Salvar o mundo" (MQI1) e "... por que essas moléculas seriam as que trariam benefícios para as sociedades..." (DQI1). Quando pensamos em perguntas que serão o ponto de partida para investigações no contexto da educação básica, percebemos que tais ideias podem influenciar o pensamento dos estudantes, algo não desejável, como discutido no campo da natureza das ciências, como por Cachapuz e colaboradores (2005), reforçando visões inadequadas sobre ciência.

Por fim, na categoria C. Contexto Imaginativo, alocamos as falas dos entrevistados DQO2, MQO1, DQI2 e DFQ1. Interessante notar nas falas de MQO1 e DQI2 a questão da alquimia e as transformações "mágicas" das materiais: "Alquimia" (MQO1) e "Transformação das coisas a partir da luz solar..." (DQI2), que apresentam uma preocupação em criar um contexto que possa ser atrativo para os estudantes, no campo da fantasia ou do imaginário místico como motivador. Essas são características desejáveis para uma investigação, como defendido por Wartha e Lemos (2016) e bem estabelecido na literatura.

É importante destacar o trecho da fala do DQO2 que cita "... o processo fique mais verde" (DQO2), o que estaria relacionado à um contexto bem interessante e desafiador para o século XXI, que é a guinada da Química para a Química Verde, isto é, a busca de processos mais sustentáveis e que impactam menos no meio-ambiente (Corrêa, 2012).

Por outro lado, as falas dos entrevistados DQO2 e DFQ1 utilizaram elementos das tipologias das investigações: “Como...” (DQO2) e “... testar” (DFQ1), ações que levam à investigações concretas, capazes de serem pensadas, planejadas, executadas e analisadas no contexto do ensino por investigação.

Assim, evidente que talvez os pós-graduandos entrevistados não tenham formação para criarem atividades utilizando a abordagem investigativa. Tampouco é o objeto das suas pesquisas criar ou pensar em contextos para a educação básica. Entretanto, buscamos neste trabalho evidenciar possibilidades de aproximação entre os contextos das pesquisas científicas e os contextos ou perguntas para utilização como abordagem investigativa. Assim, é possível incorporar elementos das pesquisas desses pós-graduandos em investigações, mas serão necessárias grandes adaptações e maior reflexão para identificação de contextualizações interessantes para os dois contextos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve por objetivo pesquisar como pós-graduandos da Química identificam e formulam os problemas de pesquisa dos seus projetos de pesquisa para um contexto de uma pergunta investigativa para a educação básica.

Mostramos e discutimos, com base na resposta de 8 pós-graduandos, a dificuldade de pensar perguntas que não sejam estritamente científicas, ou seja, investigações que estejam relacionadas apenas aos problemas científicos ou tecnológicos dos projetos.

Como bem estabelecido na literatura, uma boa investigação no contexto da educação básica precisa incorporar elementos críticos e que modifiquem o pensamento dos alunos frente às questões concretas das suas realidades.

Por fim, apresentamos aqui uma direção pouco explorada na literatura sobre o ensino por investigação: a adaptação dos problemas de pesquisas atuais em nível de pós-graduação para problemas na metodologia investigativa no contexto da educação básica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPESP pelos recursos concedidos: Processo 2025/02263-6, Processo 2025/14937-1 e Processo 2025/14268-2.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bachelard, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

Bardin, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2009.

Cachapuz, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. & VILCHES, A. **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

Carvalho, A. M. P. D. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 152 p.

CHASSOT, A. Alfabetização científica questões e desafios para a educação. 2016, editora Unijuí.

Corrêa, A.; Zuin, V. **Química verde - Fundamentos e aplicações**. São Carlos: Edufscar, 2012.

KASSEBOEHMER, A. C.; HARTWIG, D. R.; FERREIRA, L. H. **Contém química 2: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo**. 2. ed. São Carlos: Pedro & João, 2015. v. 1.

Maia, P. F.; Justi, R. Desenvolvimento de habilidades no ensino de ciências e o processo de avaliação: análise da coerência. **Ciência & Educação** (Bauru), SciELO Brasil, v. 14, n. 3,, 2008.

Praia, J.; Cachapuz, A.; Gil-Pérez, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação** (Bauru), SciELO Brasil, v. 8, n. 2, 2002.

Wartha, Edson José; Lemos, Marcos Mendonça. **Abordagens investigativas no ensino de Química: limites e possibilidades**. Revista de Educação, Ciências e Matemática, v.24, p.5-13, 2016.