

Elementos do Ensino por Investigação em atividades elaboradas por licenciandos em Química

Jean M. S. Menezes e Sidilene A. Farias

Compreendendo a importância do Ensino por Investigação (EI) no processo educativo, o objetivo desta pesquisa foi analisar elementos investigativos em atividades elaboradas por licenciandos em Química de Instituições de Ensino Superior públicas de Manaus, AM. Participaram da oficina 11 graduandos, cujas produções didáticas foram analisadas por meio do instrumento Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI) e da Análise Textual Discursiva. Percebeu-se que os licenciandos entendem a importância que o EI possui e destacaram que tiveram contato com a estratégia de ensino somente em disciplinas de caráter pedagógico, sendo as disciplinas de conteúdo específico ainda ministradas totalmente de maneira tradicional. Os elementos do EI mais evidentes nos planos elaborados foram a definição da situação-problema, dos procedimentos e a coleta de dados e envolvimento dos alunos durante a atividade.

► ensino de Química, formação de professores, ensino por investigação ◀

Recebido em 16/03/2023; aceito em 15/01/2024

1

Introdução

Desde meados do século XX, a educação sofre alterações significativas, acompanhando de perto as mudanças ocorridas nas diferentes demandas da sociedade. O aumento exponencial do conhecimento produzido e os trabalhos de epistemólogos, psicólogos e educadores que demonstraram como os conhecimentos são construídos tanto em nível individual quanto social, fizeram com que a escola também fosse atingida por tais mudanças (Hargreaves, 2004; Carvalho, 2018).

Essas modificações se referem tanto ao que se aprende quanto a como se aprende, requerendo novas abordagens de ensino. Para isso, é necessário que o professor tenha domínio de estratégias, metodologias e abordagens inovadoras que o auxiliem no processo de favorecer a aprendizagem do seu aluno. Nesse contexto, é possível citar a investigação, que possibilita que o estudante saia do papel de receptor de conteúdo e passe a construir seu conhecimento de maneira ativa.

No dicionário, a palavra *investigação* tem como sinônimos

pesquisa, busca. Quando se fala em investigação científica, pode-se dizer que é uma pesquisa, uma busca, cujo fim é tão importante quanto o percurso que foi feito. De modo geral, uma investigação científica envolve situações problemáticas abertas, corpos de conhecimentos científicos e tecnológicos, construção de hipóteses suscetíveis de serem contrastadas,

planejamento e realização de experimentos, interpretação de resultados, relações e construção de uma explicação, e comunicação do trabalho realizado. Em sala de aula, essas mesmas etapas podem ser trilhadas (Cachapuz *et al.*, 2005; Carvalho, 2018).

O termo investigação, no contexto educacional, é utilizado para atividades que exigem que

os alunos pensem e façam escolhas sobre o que variar e o que medir. Levar os alunos a fazerem essas escolhas é muito importante, pois isso irá proporcionar que os alunos planejem e executem o próprio trabalho (Ward, 2010; Capecchi, 2018).

Uma atividade pautada no Ensino por Investigação (EI) apresenta como principais características: enfrentamento de situações-problema abertas aos estudantes, reflexão sobre os questionamentos, emissão de hipóteses, elaboração de

O termo investigação, no contexto educacional, é utilizado para atividades que exigem que os alunos pensem e façam escolhas sobre o que variar e o que medir. Levar os alunos a fazerem essas escolhas é muito importante, pois isso irá proporcionar que os alunos planejem e executem o próprio trabalho

um planejamento de teste das hipóteses, análise e formulação de explicações para as evidências, momentos para comunicação do que se obteve na atividade desenvolvida, potencialização da dimensão coletiva do trabalho científico e desenvolvimento da argumentação. A investigação inicial pode se estender e envolver atividades que promovam a utilização dos conhecimentos construídos e a investigação de novas questões. (Azevedo, 2006; Zompero e Laburu, 2016; Carvalho, 2018).

Segundo Sasseron (2018), o uso de atividades investigativas busca inserir em sala de aula as práticas de resolução de problemas com o propósito de levar à compreensão sobre como a Ciência funciona, oferecendo meios para a discussão de conceitos e modelos científicos com os alunos, além de possibilitar o desenvolvimento de habilidades cognitivas semelhantes às das comunidades científicas, porém adequadas às motivações do ambiente escolar. A partir de atividades como essa, os estudantes podem encontrar significado nos conteúdos abordados e construir o seu próprio conhecimento.

O papel do aluno em aulas investigativas é, portanto, diferente do executado em aulas tradicionais, em que os conhecimentos são transmitidos pelo professor. Essa mudança no papel dos alunos não se concretiza sem uma transformação na postura dos professores, que costumam apresentar dificuldades na utilização do EI, já que, em sua maioria, tiveram pouca ou nenhuma experiência em aprender Ciência dessa forma (Artigue *et al.*, 2012; Cardoso e Scarpa, 2018).

Assim, é necessário enfatizar a importância do processo de formação inicial no que diz respeito a apresentar o EI aos licenciandos e oferecer preparação e suporte na sua utilização, de modo que seja possível contemplar o desenvolvimento de competências e habilidades que tornem o futuro professor capaz de fazer uso dessa abordagem na sua prática docente.

Saber elaborar atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva e que faça uso de situações problemáticas e emissão de hipóteses, os quais são elementos da investigação, é defendido por Carvalho e Gil-Pérez (2011) como uma das necessidades formativas do professor de Ciências, devendo ser prioridade na sua formação inicial.

Nesse contexto, a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação) apresenta o processo investigativo como um fundamento pedagógico que deve estar presente nos cursos de licenciatura:

“II - O compromisso com as metodologias inovadoras e com outras dinâmicas formativas que propiciem ao futuro professor aprendizagens significativas e contextualizadas [...], visando ao desenvolvimento da autonomia, da capacidade de resolução de problemas, dos processos investigativos e criativos, do exercício do trabalho coletivo [...]” (Brasil, 2019).

O mesmo documento complementa a ideia, descrevendo habilidades e competências a serem desenvolvidas nos

futuros professores que trazem características da investigação, como “construir um ambiente de aprendizagem que incentive os estudantes a solucionar problemas, tomar decisões, aprender durante toda a vida e colaborar para uma sociedade em constante mudança” (Brasil, 2019).

Dessa forma, traçou-se como objetivo de pesquisa analisar elementos investigativos em atividades elaboradas por licenciandos em Química de instituições de Ensino Superior públicas de Manaus, AM.

Metodologia

A presente pesquisa apresenta caráter qualitativo, uma vez que estuda as perspectivas dos participantes e os significados nas condições contextuais em que vivem. Além disso, busca contribuir com revelações sobre conceitos existentes ou emergentes que podem ajudar a explicar o comportamento dos indivíduos, e utiliza de múltiplas fontes de evidência no seu processo (Yin, 2016).

Participaram da pesquisa 11 estudantes dos cursos de Licenciatura em Química ofertados por duas IES públicas da cidade de Manaus, AM: a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e o Instituto Federal do Amazonas (IFAM). Por se tratar de um estudo que envolve seres humanos, a pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da UFAM com Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) de número 10957319.0.0000.5020. Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e foram codificados alfanumericamente, por exemplo: L1, L2 etc.

Procedimentos de coleta de dados

A coleta de dados se deu por meio de uma oficina realizada no mês de julho de 2021 de maneira totalmente remota, devido à emergência de saúde pública de importância internacional decorrente da pandemia de Covid-19. A oficina aconteceu em 5 encontros totalizando 12 horas (Quadro 1), por meio da plataforma *Google Meet*.

Os licenciandos participaram ativamente durante a oficina, fazendo perguntas, respondendo os questionamentos, envolvendo-se nos diálogos e a interação foi aumentando a cada encontro. Nos encontros 4 e 5, foram realizadas entrevistas em grupo, de modo a analisar as percepções dos licenciandos sobre as atividades investigativas e sobre o processo de elaboração de uma atividade pautada nessa abordagem. As perguntas presentes nos protocolos de entrevista (Quadro 2) foram validadas por pares e, durante os encontros, essa coleta de dados foi registrada por meio audiovisual utilizando o programa *Open Broadcaster Software*.

Para o último encontro foi solicitado que os participantes elaborassem uma atividade pautada no EI, apresentando o conteúdo/tema, objetivo, recursos e metodologia. Esses requisitos foram citados, porém deixou-se os participantes a vontade para inserirem outras informações no planejamento de suas atividades.

Quadro 1: Resumo das atividades realizadas na oficina.

E	T	Atividades
1	2h	Apresentação da pesquisa; dinâmica interativa; reflexão sobre atividades que propiciam o papel ativo do estudante na sua aprendizagem.
2	2h	Realização da atividade investigativa 1 sobre o tema "Aromas".
3	2h	Realização da atividade investigativa 2 sobre o tema "Combustíveis".
4	3h	Discussão das percepções sobre atividades realizadas; abordagem sobre o EI e suas características; orientação para elaboração de uma atividade investigativa.
5	3h	Apresentação das atividades investigativas elaboradas; reflexão sobre o processo de construção e sobre a importância dessas atividades no ensino e aprendizagem em Química.

Legenda: E – Encontro; T – Tempo.

Quadro 2: Perguntas presentes no protocolo de entrevista aplicado nos dois últimos encontros.

E	Perguntas do protocolo de entrevista
4	1. Quais as suas percepções sobre as atividades realizadas?
	2. Vocês acreditam que esse tipo de atividade favorece a sua aprendizagem? Como?
	3. Realizar esse tipo de atividade contribui na sua formação como professor? Por quê?
	4. Vocês acreditam que atividades investigativas podem contribuir para o aprendizado de Química dos alunos da Educação Básica? Por quê?
5	1. Quais critérios vocês utilizaram para a escolha do tema e construção da situação- problema inicial?
	2. Qual seria o seu papel (como professor) durante a realização desse tipo de atividade na Educação Básica?
	3. Quais dificuldades ou limitações vocês encontraram na elaboração da atividade?
	4. Para vocês, o curso de Licenciatura em Química está preparando um professor que seja capaz de desenvolver atividades investigativas na Educação Básica? Por quê?

Legenda: E – Encontro.

Procedimentos de análise de dados

Os dados foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD). Essa técnica de organização e análise de dados consiste em um processo auto-organizado de produção de novas compreensões em relação aos fenômenos que se examina. A ATD se organiza em torno de quatro focos que foram seguidos durante a análise: unitarização; categorização; captação do novo emergente; construção de novos significados. A análise se baseia no método indutivo e dedutivo e enfatiza a importância que o pesquisador

assume na construção de significados, pois, a partir de suas leituras e de suas concepções, emerge o processo da busca de relações complexas, subjetivas e interpretativas (Moraes e Galiuzzi, 2016).

As atividades elaboradas pelos licenciandos foram analisadas utilizando a versão adaptada do instrumento Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI), elaborada por Cardoso e Scarpa (2018). Essa ferramenta auxilia na identificação de elementos do EI com foco no planejamento e nas ações realizadas em sala de aula.

O instrumento DEEnCI apresenta 26 categorias relacionadas a aspectos da estrutura do EI, nível de autonomia dos estudantes e ações docentes em aulas investigativas. A adaptação para esta pesquisa apresenta 13 categorias de análise, as quais estão inseridas em 5 temáticas (Quadro 3), tendo em vista que serão analisados planejamentos de atividades.

Quadro 3: Temáticas e análises referentes ao instrumento DEEnCI.

Nº	Temáticas	Categorias
1	Introdução à Investigação	1A. Estimula o interesse dos alunos sobre o tópico de investigação.
2	Apoio à Investigação dos alunos	2A. Definição de problema ou questão de investigação.
		2B. Definição de hipótese e/ou previsão para a investigação.
		2C. Envolve os alunos na definição de hipótese e/ou previsão.
		2D. Definição de procedimentos de investigação.
		2E. Envolve os alunos na definição dos procedimentos de investigação.
		2F. Procedimentos de investigação definidos são apropriados ao problema ou questão.
		2G. Coleta de dados durante a investigação e envolvimento dos alunos.
3	Guia às análises e conclusões	3A. Encoraja os alunos a elaborar conclusões com base em conhecimentos científicos.
		3B. Encoraja os alunos a considerar as suas conclusões em relação ao problema e/ou questão de investigação.
4	Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo	4A. Encoraja os alunos a trabalhar de forma colaborativa em grupo.
		4B. Encoraja os alunos a relatar o seu trabalho.
5	Estágios futuros à investigação	5A. Encoraja os alunos a aplicar o conhecimento adquirido em novas situações.

Fonte: Adaptado de Cardoso e Scarpa (2018).

Cada elemento foi avaliado como presente, ausente ou não aplicável. Um elemento é indicado como presente quando indícios de sua ocorrência forem encontrados no material analisado; ausente quando não houver informações que indiquem a presença do elemento; ou como não aplicável quando não for pertinente ou não for possível fazer a sua avaliação (Cardoso e Scarpa, 2018).

Resultados e Discussão

Os resultados estão organizados apresentando inicialmente a percepção dos participantes acerca das atividades que propiciam o papel ativo do aluno, destacando a investigação e sobre a presença de atividades desse tipo no seu processo de formação inicial. Em seguida, por temáticas de análise, serão apresentadas as discussões referentes aos elementos investigativos identificados nas atividades planejadas e elaboradas pelos licenciandos.

Percepções dos licenciandos sobre atividades de investigação na sua formação

Na parte inicial da oficina, durante um diálogo oral introdutório, os licenciandos apontaram algumas atividades que conheciam que podem propiciar o papel ativo do aluno em sua aprendizagem, sendo citados: estudo de caso, seminários e atividades investigativas. Além disso, os participantes também citaram atividades contextualizadas e aplicação de sequências didáticas, e afirmaram que atividades como essas são importantes para as aprendizagens dos estudantes na Educação Básica.

Essas atividades, falando assim da BNCC [...], além de oferecer esse protagonismo, tem outras competências e habilidades que o documento até cita: saber interpretar, saber questionar, saber investigar. Então são vários fatores que levam o aluno a ter tomada de decisão, não somente na escola como na sociedade que vai fazer com que ele tenha o desenvolvimento pleno [...], tendo em vista essas competências e habilidades. Essas atividades são um intermédio para conseguir proporcionar o estudante a esse fim. (L2)

Do mesmo modo que compreendem a importância dessas atividades para os alunos da Educação Básica, durante o diálogo, 55% dos licenciandos também destacaram a necessidade dessas atividades fazerem parte do seu processo de formação inicial no Ensino Superior, e que tiveram poucas ou nenhuma disciplina de conteúdo específico da Química (como Química Orgânica, Físico-Química, etc.) na qual houvessem realizado esse tipo de atividade, como relata a participante L3, o que foi apoiado pelos demais participantes que não verbalizaram:

Capecchi (2018) defende que o processo de formação de professores que contempla a investigação como um princípio educativo, favorece o entendimento dos futuros docentes no que diz respeito à construção do conhecimento.

Eu acho que é muito importante nós termos esse tipo de abordagem no nosso curso. Eu acho que é muito mais importante do que falar de teoria é a gente manter uma prática de fato [...]. Não lembro de nenhuma disciplina de Química que não foi tradicional. (L3)

Todos os licenciandos já haviam tido contato com o EI em disciplinas como Instrumentação para o Ensino da Química, os Estágios e, principalmente, em minicursos e oficinas ofertados por eventos científicos e por pesquisas realizadas por meio de programas de pós-graduação. Isso ainda foi destacado pelos participantes ao afirmarem que o seu curso de graduação, por mais que tenha melhorado em relação ao processo de formação dos professores que acompanham nas escolas (por meio do Estágio,

Residência Pedagógica ou outros projetos), não os prepararam para que sejam capazes de desenvolver atividades investigativas na Educação Básica. É necessário recorrer à participação em PIBID, minicursos, projetos, etc., como relata a participante L8:

[...] a graduação em si, daquele corpo técnico [...], das disciplinas diárias, não, mas os projetos de extensão, Residência, sim. Eu posso falar que cheguei tão imatura na Residência [...] já vindo de um PIBID. Mas nem todos os discentes conseguem fazer esses projetos. (L8)

Segundo Imbernón (2012) e Wartha e Gramacho (2016), o modelo tradicional em que são pautadas as aulas de conhecimento específico nos cursos de graduação, não é eficaz. Assim, os professores formadores necessitam deixar de lado muitos aspectos que não funcionam no ensino e (re) aprender a ensinar.

É importante que o licenciando vivencie, desde a etapa inicial, elementos de práticas pedagógicas inovadoras, como a investigação, que poderão ser instrumento de trabalho quando profissional. Capecchi (2018) defende que o processo de formação de professores que contempla a investigação como um princípio educativo, favorece o entendimento dos futuros docentes no que diz respeito à construção do conhecimento.

Identificação dos elementos investigativos

Dos 11 licenciandos que participaram da oficina, 10 elaboraram e entregaram atividades que se pautavam no EI, abordando diferentes temas e conteúdos químicos (Quadro 4). As atividades foram entregues em documentos no formato PDF.

Foi possível perceber que 6 participantes sinalizaram tanto o tema quanto o conteúdo químico a ele relacionado, 3 apresentaram somente o conteúdo e 1 mostrou somente o

Quadro 4: Temas e conteúdos das atividades investigativas elaboradas pelos participantes.

Participante	Tema/Conteúdo da atividade elaborada
L1	Pilhas comuns/Eletroquímica
L2	Ação dos antioxidantes/Oxirredução, Grupos funcionais
L3	“Transpiração” de um recipiente contendo algo gelado/Mudanças de estado físico
L4	Uso de protetor solar/Estruturas atômicas
L5	Transformação da matéria
L6	Funções orgânicas
L7	Resfriamento de bebidas
L8	Funções orgânicas
L9	Escurecimento das frutas/Cinética química
L10	Tratamento de água/Separação de misturas

tema que a aula proposta aborda. Os temas e conteúdos foram diversificados, havendo apenas uma repetição (L6 e L8).

As atividades investigativas elaboradas pelos licenciandos foram analisadas por meio do instrumento DEEnCI e os resultados apresentados a seguir estão organizados pelas temáticas de análise.

Introdução à investigação

O estímulo ao interesse dos alunos sobre o tópico de investigação (categoria **1A**) foi identificado em 70% das atividades construídas. Os licenciandos descreveram uma apresentação do tema, relacionando com a realidade do aluno e inserindo questionamentos para despertar o interesse e fomentar a discussão inicial sobre o assunto.

Apresentar na 1ª aula dois vídeos curtos sobre o tratamento de água na cidade de Manaus e um de outra cidade do Brasil que contemplem breves explicações e curiosidades. Depois da apresentação dos vídeos, fazer questionamentos preliminares para motivação dos estudantes, integrando-se acerca dos conhecimentos prévios que eles possuem, como por exemplo:

- Vocês já ouviram falar sobre tratamento de água?
- Vocês já haviam se perguntado de onde vem a água que chega na torneira de suas casas? Como é tratada? Qual o destino depois de utilizada?
- Qual a importância do tratamento de água para a sociedade? [...]
- Você acha que é possível tratar a água utilizada nas residências? (L10)

Carvalho e Gil-Pérez (2011) descrevem que, ao pensar no

interesse preliminar do aluno em uma atividade, é obrigatório considerar as ideias, visão de mundo, contexto, destrezas e atitudes que ele possa já possuir, de forma a integrá-la a suas motivações. Dessa forma, entende-se que os participantes preveem esse momento inicial para que os alunos entrem em contato com o tema e se interessem em participar.

O emprego do pronome “você” e a utilização de verbos como “achar”, de acordo com Oliveira (2010), auxiliam na criação de um ambiente acolhedor à participação dos estudantes, pois os encoraja a articular suas próprias ideias e não exatamente a procurar pela resposta correta. A oportunidade de os alunos expressarem suas próprias ideias é, então, uma forma de proporcionar uma aproximação deles ao tema da investigação e, além disso, de possibilitar ao professor o conhecimento sobre o que os estudantes sabem sobre o tema e o conteúdo.

O conhecimento acerca das concepções é importante para os professores, pois, para propor ambientes de aprendizagem em que os alunos possam construir conhecimentos mais próximos ao cientificamente aceitos, é preciso identificar e avaliar as ideias e concepções que eles já trazem. Isso também é importante para os próprios alunos, que podem utilizá-las para guiar a investigação e, juntamente com informações acerca de teorias e modelos científicos, elaborar hipóteses, realizar previsões e levantar novas questões (Carvalho, 2018).

Além da fala dos alunos durante o momento inicial, no qual são introduzidos ao tema, a fala do professor também é muito valiosa, pois pode oferecer um repertório de termos científicos, auxílio na construção de instrumentos de investigação e visões alternativas sobre um problema importante para a construção de explicações e conclusões.

Dessa forma, uma boa introdução da atividade e o incentivo ao interesse do aluno pela investigação proposta, impulsiona esse estudante a participar da atividade (Zompero e Laburú, 2016). O professor atua fundamentalmente nesse processo de estímulo trazendo temas interessantes, fazendo questionamentos

adequados e fornecendo informações nos momentos certos.

Apoio à investigação dos alunos

Essa temática está voltada a examinar a presença de etapas investigativas nas propostas analisadas, bem como analisar o grau de envolvimento dos estudantes no desenvolvimento dessas etapas (Quadro 5).

A definição de problema ou questão de investigação (categoria **2A**) se fez presente em 80% das atividades. Avaliou-se que as situações-problema elaboradas tinham características investigativas por se remeterem a um evento do mundo natural, serem interessantes, desafiantes e motivadoras para os alunos, possibilitarem a coleta e análise de dados que

Quadro 5: Presença e unidades significativas das categorias de análise da temática 2.

C	P	Exemplos de unidades de significado
2A	80%	Por que, ao adicionarmos algo gelado em um recipiente, observamos gotículas de água? (L3)
2B	40%	Elabore uma explicação para o que ocorre, em termos de átomos e moléculas, para o fenômeno ao adicionar gelo numa caixa de isopor diminuindo ainda mais a temperatura de quando havia apenas o gelo. (L7)
2C	30%	[...] aguardar 10 minutos para os alunos pesquisarem e escreverem a sua resposta no caderno. E após esse tempo pedirei para alguns alunos falarem sua resposta. (L9)
2D	80%	Em uma folha de papel, fazer desenhos e rabiscos com tinta fluorescente; apagar as luzes, ou colocar o papel em uma caixa, de forma que o papel fique no escuro; com a lanterna UV ligada, apontar para os desenhos, observar o que acontece; aplicar protetor solar sobre os desenhos e repetir [...] (L4)
2E	40%	Pedir aos alunos que proponham estratégias que expliquem o ocorrido [...] (L3)
2F	70%	Corte a fruta em três partes; em uma parte passe açúcar; na segunda parte passe suco de limão e na terceira não passar nada; aguarde 15 minutos e compare os resultados. (L8)
2G	80%	[...] os alunos realizarão em suas casas um experimento adaptado com a finalidade de verificar a presença da vitamina C em sucos de frutas variados [...] (L2)

Legenda: C – Categoria; P – Porcentagem de presença.

poderiam subsidiar o desenvolvimento de explicações científicas e possuem potencial de levar ao desenvolvimento de uma investigação por meio de observações, explicações, comparações e busca de informações em diferentes fontes.

Em relação aos critérios utilizados para a escolha do tema e construção da situação-problema inicial, vale ressaltar que os licenciandos citaram como principais referências atividades que já haviam realizado em oficinas, projetos, pesquisas e disciplinas.

Eu participei de uma oficina de investigação [...], e eu também puxei para o lado da minha pesquisa que é sobre eletroquímica [...] (L1)

A minha temática tem relação com um projeto de extensão que eu participei, de Ciências Forenses [...] (L6)

Isso reforça a importância de o curso de formação inicial oportunizar momentos em que seja possível o trabalho com atividades que utilizam situações-problema para além das disciplinas obrigatórias, como oficinas, projetos de extensão, iniciação à pesquisa e à docência, servindo como referência para práticas pedagógicas dos futuros professores.

É a situação-problema que oferece o foco, a direção e o propósito para o trabalho dos alunos. O estudante deve reconhecer tal situação proposta como um problema que não possua uma resolução automática e evidente, ou seja, essa situação precisa ser aberta o suficiente para gerar mais de uma solução possível (Capecchi, 2018). Assim como as seguintes, essa etapa inicial é muito importante e precisa ser feita corretamente, pois é ela que direcionará as demais etapas.

Considerando, portanto, a importância fundamental que as situações-problema desempenham no processo de condução de uma atividade investigativa e, dado que somente 20% dos planejamentos não apresentaram uma questão e os 80% que apresentaram trouxeram características investigativas em sua formulação, é possível dizer que esse é um resultado positivo, mostrando que grande parte dos alunos compreendem a implementação desse elemento.

Porém, por mais que apresentassem um questionamento investigativo, apenas 40% dos planejamentos continham a definição de hipótese ou previsão para a investigação (categoria 2B), a qual se refere à formalização de ideias que serão colocadas à prova durante a atividade. Além disso, apenas 30% descreviam o envolvimento dos alunos na definição das hipóteses (categoria 2C), como na fala da participante L9, que fornece um tempo para que o aluno pesquise e registre uma previsão e, posteriormente, exponha para os colegas.

As hipóteses orientam a resolução do problema proposto, e uma vez aliadas aos conhecimentos que já se tem sobre ele, permitem a análise e interpretação dos resultados. É necessário haver o envolvimento do aluno e uma articulação entre o conhecimento que está sendo construído com outros já construídos, com a finalidade de ampliar e modificar a sua compreensão. Nessa etapa, o importante não é o conceito que se quer ensinar, mas as ações que dão condições aos alunos de levantar hipóteses e, posteriormente, testá-las (Dieterich, 2001; Oliveira, 2010; Carvalho, 2018).

Foi possível perceber a ausência desse elemento nas atividades elaboradas, o que, segundo Cardoso (2018), pode indicar um não entendimento sobre o papel desempenhado pela hipótese que busca “explicar o porquê” de determinado fenômeno.

A partir da situação investigativa apresentada, os licenciandos planejaram diferentes atividades, sendo que em 80% dos planejamentos havia a definição de procedimentos de investigação (categoria 2D), na qual o professor define ou incentiva os alunos a garantir que alguns fatores serão mantidos constantes. Apesar disso, apenas 40% apresentaram um momento de estímulo para que os alunos participem do planejamento da investigação (categoria 2E), abrindo espaço para a tomada de decisões sobre o que será feito, ou seja, os procedimentos e materiais não são decididos inteiramente pelo professor. Na atividade proposta pela participante L3, por exemplo, consta um momento no qual os estudantes devem propor uma estratégia para explicação das suas hipóteses de resolução.

A tendência de os professores serem os principais responsáveis pela elaboração dos procedimentos também foi encontrada em outras pesquisas (Gouw *et al.*, 2013; Souza *et al.*, 2017; Cardoso, 2018), indicando que os futuros docentes preferem utilizar níveis de abertura menores, supondo que seriam mais adequados a seus alunos.

Saber envolver os estudantes na elaboração dos planos de ação exige do professor habilidades pedagógicas complexas. Porém, é importante que isso seja valorizado, uma vez que o não envolvimento do aluno nessa etapa pode impedi-los de participar de decisões diretamente relacionadas à definição de evidências imprescindíveis para a resolução da situação-problema (Chin, 2002; Kasseboehmer *et al.*, 2015).

Ainda sobre os procedimentos, 70% dos que foram definidos se mostraram apropriados à situação-problema (categoria **2F**), ou seja, dão possibilidade para que os alunos investiguem o problema ou respondam à pergunta de investigação.

Em relação à coleta de dados durante o envolvimento dos alunos (categoria **2G**), 80% citavam o momento de recolha de dados e destacavam os alunos como ativos nesse processo. A participante L2, por exemplo, ao propor uma atividade a ser realizada de maneira remota, descreve que os alunos realizarão o experimento proposto em suas casas e registrarão os acontecimentos.

A realização de uma atividade investigativa requer que o aluno articule, de forma harmoniosa, habilidades cognitivas e conhecimentos procedimentais e conceituais, desenvolvendo-os e integrando-os simultaneamente. Dentre as habilidades e processos que caracterizam o conhecimento procedimental do indivíduo na realização da investigação, destaca-se a capacidade da recolha e organização dos dados (Maline *et al.*, 2018). Dessa forma, é um fator positivo os licenciandos considerarem colocar os estudantes numa postura ativa durante essa etapa da atividade, favorecendo a sua aprendizagem.

Guia as análises e conclusões

A presente temática apresenta duas categorias relacionadas a elementos que possibilitam a identificação da presença de etapas relacionadas à análise e interpretação de dados, ao desenvolvimento de conclusões e explicações e à reflexão sobre a investigação.

No que diz respeito ao professor encorajar os alunos a elaborar conclusões com base em conhecimentos científicos (categoria **3A**), 80% das atividades planejadas descreviam o momento no qual é incentivada a formulação de conclusões ou a discussão de conceitos que justificam a sua formulação, sendo fomentado por questionamentos.

O que aconteceu durante o experimento? Qual tipo de transformação ocorreu? Discutir com os alunos os resultados. (L5)

Ao requisitar uma explicação, é possibilitada a conexão entre os resultados obtidos e o conhecimento científico (Asay e Orgil, 2010). Em uma atividade investigativa, esses questionamentos guiam os estudantes na emissão de conclusões a respeito do que foi realizado.

De acordo com Pedaste *et al.* (2015), uma forma de oferecer uma visão mais autêntica da investigação é possibilitar que os alunos se envolvam com teorias e modelos durante toda a atividade.

As situações-problemas e as hipóteses devem estar embasadas em justificativas teóricas, que são colocadas à prova durante o plano de ação e as conclusões propiciam a refutação ou revisão delas, fomentadas pelos questionamentos feitos pelo professor.

Grande parte dos questionamentos levantados faz com que o docente incentive os alunos a considerar suas conclusões em relação ao problema de investigação (categoria **3B**), como descreve a participante L8:

Que diferença foi observada na fruta com o passar do tempo? [...] Como o resultado do experimento pode se justificar (responder) o problema? (L8)

Nesse contexto, destaca-se o papel do professor de conseguir mediar corretamente este momento da atividade, o que os licenciandos demonstraram compreender bem, afirmando que, na realização de uma atividade de investigação, o professor tem a função de mediar e instigar com questionamentos.

[...] acredito que o papel do professor seja de mediador [...] e instigá-los com questionamentos, com perguntas que possam nortear os alunos. (L4)

Os questionamentos que levam à reflexão sobre a atividade permitem que ocorra a verificação de erros e suas correções, bem como oportuniza momentos para que sejam evidenciados aspectos do trabalho científico (Cardoso e Scarpa, 2017). A alternância entre o fazer e o refletir, oportuniza o entendimento sobre o que está sendo feito e por que, podendo também auxiliar os alunos a acompanhar seu próprio progresso.

Além das reflexões possibilitadas pela análise e conclusões, para a maior consolidação dos conhecimentos científicos trabalhados, outros elementos são importantes, como a reflexão, aplicação, comunicação e continuação do processo de investigação a partir de novos questionamentos.

Saber envolver os estudantes na elaboração dos planos de ação exige do professor habilidades pedagógicas complexas. Porém, é importante que isso seja valorizado, uma vez que o não envolvimento do aluno nessa etapa pode impedi-los de participar de decisões diretamente relacionadas à definição de evidências imprescindíveis para a resolução da situação-problema.

Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo

O incentivo ao trabalho de forma colaborativa em grupo (categoria **4A**) foi identificado em 60% dos planejamentos, propondo que os alunos dos grupos participem das atividades, dividam materiais, se organizem na realização das tarefas e discutam sobre o que estão fazendo e como explicar os resultados.

A turma será dividida em grupos equivalentes (virtualmente) onde cada um pesquisará sobre Grupo 1: Frutas que contêm Vitamina C, Grupo 2: Verduras que contêm Vitamina C, Grupo 3: Suplementos que contêm Vitamina C [...]. As informações coletadas serão compartilhadas em turma através de uma tabela para discutir a importância do porquê e para que pesquisar esses dados. (L2)

Além da ocorrência do trabalho coletivo, é importante que o professor incentive os alunos a relatar ou apresentar seus resultados e conclusões da investigação a outros grupos, à classe ou à comunidade escolar (categoria **4B**), o que esteve presente em 60% das atividades construídas.

É esperado que os discentes façam uma explanação do assunto, mostrando domínio e clareza do tema exposto, de forma clara e objetiva, de maneira formal, mas que outras pessoas possam compreender e assimilar das diversas formas que o assunto foi abordado [...]. As atividades serão expostas para os demais alunos da escola e divulgadas em redes sociais. (L10)

O tema da atividade proposta pela participante L10 foi “Tratamento de água”. Uma das orientações por ela relatada solicitava que os alunos construíssem, a partir de seus resultados, uma mídia digital que pudesse ser divulgada pela internet, como vídeos, textos, histórias em quadrinhos, experimentos, entre outros. A licencianda levou em consideração a linguagem utilizada nessas produções, de modo que outros alunos de outras séries pudessem compreender o que ali estava sendo abordado.

Segundo Carvalho (2018), é ideal que a atividade investigativa seja feita em pequenos grupos, pois, além de os alunos com desenvolvimentos intelectuais semelhantes possuírem mais facilidade de comunicação, há também a parte afetiva a ser trabalhada, uma vez que terão a oportunidade de trocar ideias e ajudar-se mutuamente no trabalho coletivo.

O trabalho em grupo e a comunicação dos resultados, de acordo com Imbernón (2012), apresenta muitas vantagens no processo de aprendizagem, como o aumento da criatividade, a possibilidade de análise de pontos de vista diferentes, o desenvolvimento da capacidade de cooperação e a promoção

da troca de experiências, a oportunidade dos alunos se expressarem diante dos demais e o desenvolvimento de competências transversais.

Os licenciandos descreveram o incentivo a diferentes formas de comunicação do que foi observado e concluído com a execução da atividade. Dessa forma, há o engajamento dos estudantes na divulgação dos seus achados, principalmente através da oralidade, uma forma possível de comunicação em abordagens investigativas (Zompero e Laburú, 2016).

Ao ouvir o outro e ao responder os questionamentos do professor, o aluno não apenas relembra o que fez, como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado (Carvalho, 2018). É a passagem da ação manipulativa à ação intelectual, na qual os alunos vão mostrando, por meio do relato do que fizeram e do que tiveram como resultado, as hipóteses que deram certo e como foram testadas, favorecendo o desenvolvimento de atitudes científicas.

Estágios futuros à investigação

No que diz respeito ao professor encorajar os alunos a aplicar o conhecimento adquirido em novas situações (categoria **5A**), foi identificado que apenas 30% dos planejamentos descreveram esse momento, ou seja, poucos licenciandos sinalizaram momentos em que os alunos possam aplicar ou expandir o conhecimento obtido na investigação, trabalhando com ele em novas situações, em contextos relacionados ao dia a dia ou na resolução de problemas práticos, como apresenta a participante L9 em sua atividade:

Após fazer os questionamentos e ouvir as respostas dos alunos, irei complementar as respostas deles falando que os mesmos fatores apresentados por eles que aceleram e retardam o escurecimento ou apodrecimento das frutas são os que influenciam em reações químicas de outras substâncias [...]. (L9)

Esse elemento foi pouco expressivo nos planejamentos

É a passagem da ação manipulativa à ação intelectual, na qual os alunos vão mostrando, por meio do relato do que fizeram e do que tiveram como resultado, as hipóteses que deram certo e como foram testadas, favorecendo o desenvolvimento de atitudes científicas.

analisados, e por mais que não faça parte do ciclo investigativo, pode ser realizado no final da atividade, trazendo ganhos à aprendizagem dos alunos. Segundo Carvalho (2018), objetivar a aplicação de conceitos pode promover a contextualização do conhecimento científico construído, levando os alunos a compreender a importância do ponto de vista social e o interesse em conhecer mais sobre o assunto.

O ideal é que as ideias dessas aplicações em novas situações sejam também trabalhadas por meio de investigações, aprofundando o conteúdo que está sendo trabalhado, introduzindo novos conceitos correlatos importantes para o desenvolvimento completo de um determinado assunto (Sasseron, 2018).

Considerações Finais

Compreendendo que o EI auxilia no desenvolvimento de habilidades relacionadas ao fazer científico e que seu uso consciente em sala de aula pelos professores é indispensável para a construção do conhecimento dos próprios alunos, objetivou-se nesta pesquisa analisar elementos investigativos em atividades elaboradas por licenciandos em Química de instituições de Ensino Superior públicas de Manaus, AM.

Por meio dos dados, percebeu-se que os licenciandos entendem a importância que as atividades investigativas possuem tanto na Educação Básica quanto em seu processo de formação. Os participantes afirmaram que o contato que tiveram com o EI foi em disciplinas como Instrumentação para o Ensino da Química e Estágios, e em minicursos ou oficinas ofertados em eventos científicos, por exemplo. Porém, destacaram que as disciplinas de conteúdo específico da Química ainda vêm sendo trabalhadas de forma tradicional, o que não é eficaz e não contribui para a formação do futuro professor.

Por meio do instrumento DEEnCI, foi possível identificar elementos do EI nos planejamentos de atividades que os licenciandos elaboraram ao final da oficina, dentre os quais é importante destacar como presente nos planos, a definição da situação-problema a ser investigada, a definição de procedimentos de investigação e a coleta de dados e o envolvimento dos alunos durante a atividade. Em contrapartida, o envolvimento dos alunos na definição da hipótese e o encorajamento dos alunos a aplicar o conhecimento adquirido em novas situações foram pouco expressivos.

Com isso, percebe-se que os licenciandos compreendem as etapas de uma atividade de investigação, porém ainda carregam dúvidas principalmente no que diz respeito ao incentivo ao aluno a explicitar suas hipóteses e previsões, pedindo que eles revelem as ideias que respondem a situação-problema ou o que acham que vai acontecer com a investigação. Além disso, poucos participantes descreveram momentos que possibilitam que os alunos ampliem ou expandam o conhecimento adquirido a partir da investigação de outras situações.

Como principais dificuldades citadas pelos licenciandos durante a elaboração da atividade, é possível citar a

necessidade de um conhecimento sólido do conteúdo específico e pedagógico, e modos de orientação dos alunos durante a atividade.

Dessa forma, ao querer que o EI esteja presente nas aulas de Química na Educação Básica e que o professor atue na sua área realizando atividades de investigação, é necessário que ele se faça presente também durante o processo de formação inicial dos professores, tanto nas disciplinas de caráter pedagógico quanto nas disciplinas específicas da área, sendo um fundamento pedagógico como é apresentado pela BNC-Formação.

Assim, espera-se que os resultados aqui apresentados e as reflexões levantadas nesta pesquisa fomentem ideias e contribuam com estudos futuros que contemplem as vertentes da formação inicial de professores de Química e do EI, no que diz respeito, dentro outras questões, a sua importância e à averiguação da efetivação da investigação nos cursos de formação.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), Resolução N° 002/2023 – POSGRAD 2023/2023 – Coordenador/Auxílio Financeiro/PPGQ, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Universidade Federal do Amazonas.

Jean Michel dos Santos Menezes (jeanmichelsm@ufam.edu.br), possui Graduação em Licenciatura em Química. Mestrado e Doutorado em Ensino de Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) campus Manaus/AM. Atualmente atua como docente no Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET) - UFAM, campus Itacoatiara/AM. Está credenciado no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos e no Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física.

Sidilene Aquino de Farias (sfarias@ufam.edu.br), possui Graduação em Bacharelado e Licenciatura em Química, Mestrado em Química de Produtos Naturais pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). É doutora em Ciências (área de concentração: Química) pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em que desenvolveu pesquisa sobre a Formação Inicial de Professores de Química. Atualmente é Professora Associada 3 da Universidade Federal do Amazonas. Em relação à pesquisa e orientação, está credenciada no Programa de Pós-Graduação em Química, linha de pesquisa Ensino de Química.

Referências

- ARTIGUE, M.; DILLON, J.; HARLEN, W. e LÉNA, P. *Learning through inquiry*. Montrouge (França): Fibonacci Project, 2012.
- ASAY, L. D. e ORGILL, M. K. Analysis of essential features of inquiry found in articles published in *The Science Teacher*, 1998-2007. *Journal of Science Teacher Education*, v. 21, n. 1, p. 57-79, 2010.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Thomson, 2006.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. *Resolução nº 2 de 20 de dezembro de 2019*. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Brasília: Diário Oficial da União, 2019.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J. e VILCHES, A. *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

- CARDOSO, M. J. C. *Identificação e descrição de elementos do ensino de ciências por investigação em aulas de professores em formação inicial*. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- CARDOSO, M. J. C. e SCARPA, D. L. Identificação de elementos do ensino de ciências por investigação em aulas de professores em formação inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, n. extra, p. 2707-2712, 2017.
- CARDOSO, M. J. C. e SCARPA, D. L. Diagnóstico de elementos do ensino de ciências por investigação (DEEnCI): uma ferramenta de análise de propostas de ensino investigativas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 1025-1059, 2018.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2018.
- CARVALHO, A. M. P. e GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de ciências*. São Paulo: Cortez, 2011.
- CHIN, C. Open investigations in science: posing problems and asking investigative questions. *Teaching and Learning*, v. 23, n. 2, p. 155-166, 2002.
- DIETERICH, H. *Nueva guía para la investigación científica*. Colonia Del Valle: Ariel, 2001.
- GOUW, A. M. S.; FRANZOLIN, F. e FEJES, M. E. Desafios enfrentados por professores na implementação de atividades investigativas nas aulas de ciências. *Ciência & Educação*, v. 19, n. 2, p. 439-454, 2013.
- HARGREAVES, A. *O ensino na sociedade do conhecimento: educação na era da insegurança*. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- IMBERNÓN, F. *Inovar o ensino e a aprendizagem na universidade*. São Paulo: Cortez, 2012.
- KASSEBOEHMER, A. C.; HARTWIG, D. R. e FERREIRA, L. H. *Contém Química 2: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2015.
- MALINE, C.; SÁ, E. F.; MAUÉS, E. e SOUZA, A. C. Resignificação do trabalho docente ao ensinar ciências na educação infantil em uma perspectiva investigativa. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 993-1024, 2018.
- MORAES, R. e GALIAZZI, M. C. *Análise textual discursiva*. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.
- OLIVEIRA, A. W. Improving teacher questioning in science inquiry discussions through professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 47, n. 4, p. 422-453, 2010.
- PEDASTE, M.; MÃEOTS, M.; SIIMAN, L. A.; JONG, T.; RIESEN, S. A. N.; KAMP, E. T.; MALONI, C. C.; ZACHARIAS, Z. C. e TSOURLIDAKI, E. Phases of inquiry- based learning: definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, v. 14, p. 47-61, 2015.
- SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2018.
- SOUZA, A. M.; SILLES, B. S.; CARDOSO, M. J. C. e SCARPA, D. L. Elementos do ensino por investigação em sequências didáticas elaboradas por licenciandos de biologia. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis-SC, 2017.
- WARD, H. Investigação Científica. In: WARD, H.; RODEN, J.; HEWLETT, C. e FOREMAN, J. (Orgs.). *Ensino de Ciências*. São Paulo: Artmed, 2010.
- WARTHA, E. J. e GRAMACHO, R. S. Abordagem problematizadora na formação inicial de professores de Química no sul da Bahia. In: ECHEVERRÍA, A. R. e ZANON, L. B. (Org.). *Formação superior em Química no Brasil: práticas e fundamentos curriculares*. 2ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2016.
- YIN, R. K. *Pesquisa qualitativa do início ao fim*. Porto Alegre: Penso, 2016.
- ZOMPERO, A. F. e LABURÚ, C. E. *Atividades investigativas para as aulas de ciências: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa*. Curitiba: Editora Appris, 2016.

Abstract: *Elements of Inquiry-based Teaching in activities elaborated by Chemistry undergraduates.* Considering the importance of Inquiry-based Teaching (IT) in the educational process, the aim of this research was to analyze investigative elements in activities elaborated by Chemistry undergraduates from public Higher Education Institutions in Manaus, AM. Eleven undergraduate students participated in a workshop, and didactic materials produced by them were analyzed using the Diagnosis of Inquiry-Based Science Teaching Elements (DEEnCI) instrument and Discursive Textual Analysis. It was observed that the undergraduates understood the importance of IT. They highlighted that they had contact with such teaching strategy only in classes with a pedagogical profile, while classes with specific contents were taught entirely in a traditional manner. The most evident IT elements in the elaborated plans were the definition of the problem situation, the procedures, the data collection, and the student involvement during the activity.

Keywords: Chemistry teaching, teacher training, inquiry-based teaching