



**A ESCRITA EM AULAS DE QUÍMICA E AS PRÁTICAS EPISTÊMICAS
MOBILIZADAS PELOS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

**WRITING IN CHEMISTRY CLASSES AND EPISTEMIC PRACTICES MOBILIZED
BY HIGH SCHOOL STUDENTS**

**ESCRIBIR EN CLASES DE QUÍMICA Y PRÁCTICAS EPISTÉMICAS
MOVILIZADAS POR ESTUDIANTES DE SECUNDARIA**

AGUILAR, Juliana Aparecida
juaguillar@yahoo.com.br

UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto
<https://orcid.org/0000-0001-9513-2011>

SILVA, Fernando César
fcsquimico@yahoo.com.br

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
<https://orcid.org/0000-0002-8593-3090>

RESUMO Nas aulas de Ciências, entendemos a escrita como uma prática social com normas convencionalizadas por uma comunidade. Nesse sentido, buscamos responder à questão: “Como os estudantes do segundo ano do Ensino Médio se envolveram em atividades de escrita em uma sequência de aulas de Química?”. Orientados pela pesquisa de natureza interventiva, analisamos qualitativamente os registros escritos produzidos pelos estudantes. Os dados foram investigados à luz das práticas epistêmicas. Os resultados revelaram que essas práticas podem se dar mesmo que os consensos registrados sejam mais próximos do científico, não necessitando ser em uma primeira versão. Isso porque as ações dos estudantes para escrever seus consensos podem ser reavaliadas. Como implicações, mostramos que a interação entre estudantes e professor não se encerra no discurso oral.

Palavras-chave: Ensino de Química. Dimensão social da escrita. Pesquisa de natureza interventiva.

ABSTRACT We understand writing in science classes as a social practice with norms conventionalized by a community. Thus, we search to answer the question: how did high school students get involved in writing activities in a sequence of Chemistry classes? Guided by interventional research, we qualitatively analyzed the written records produced by students. The data were analyzed based on the epistemic practices. The results revealed that these practices can occur even though the registered consensus is closer to the scientific one, not necessarily having to be in a first version. This is because the actions of students carry out to write their consensus, which can be reassessed. As implications we show that the interaction between students and teachers does not end in oral speech.

Keywords: Chemistry Teaching. Social dimension of writing. Interventional research.



RESUMEN En las clases de ciências, entendemos la escritura como una práctica social con normas convencionalizadas por una comunidad disciplinar. En este sentido, buscamos responder a la pregunta: ¿cómo se involucraron los estudiantes de segundo año de secundaria en las actividades de escritura en una secuencia de clases de Química? Guiados por una investigación intervencionista, analizamos cualitativamente los registros escritos producidos por los estudiantes. Los datos fueron analizados a la luz de prácticas epistêmicas. Los resultados revelaron que estas prácticas pueden ocurrir aunque el consenso registrado sea más cercano al científico, no necesariamente teniendo que estar en una primera versión. Esto se debe a que las acciones de los estudiantes para redactar sus consensos pueden ser reevaluados. Como implicaciones mostramos que la interacción entre estudiantes y profesor no termina en el habla oral.

Palabras clave: Enseñanza de la química. Dimensión social de la escritura. Investigación de carácter intervencionista.

1 INTRODUÇÃO

Os níveis necessários para a compreensão do conhecimento químico, macroscópico, submicroscópico e simbólico foram propostos por Johnstone (1993). Diversos autores debruçaram-se sobre essa proposta, por exemplo, Talanquer (2011), que, mesmo com algumas limitações, conforme indicado por Souza (2012), discute algumas características as quais contribuem para o entendimento da natureza do conhecimento químico. Quadros, Silva e Mortimer (2018) discutiram sobre a necessidade de se demonstrar que um conceito químico pode ser trabalhado em diferentes níveis e que eles estão interligados em uma única explicação. No entanto, apenas demonstrar esses níveis não garante o domínio de um fenômeno, pois a compreensão dos fenômenos envolve, o engajamento produtivo na avaliação e a interpretação de dados, levantamento de hipóteses; proposição e defesa de previsões, elaboração de argumentos baseados em evidências e a produção de explicações plausíveis para os fenômenos analisados em seus devidos contextos (TALANQUER, 2018).

Pesquisadores têm discutido a importância da cultura escolar se aproximar da cultura científica (SASSERON; DUSCHL, 2016). Ao estabelecer essa aproximação, pode ocorrer o favorecimento de ações que permitam aos estudantes analisar criticamente os problemas colocados e se posicionar para além da dimensão conceitual (SASSERON; SOUZA, 2019). Assim, pesquisadores da área de Ensino de Ciências têm considerado a escrita uma prática social (KELLY; BAZERMAN, 2003;



DELL'ARETI, 2008; ROTH, 2013; DENG, KELLY; DENG, 2019), uma vez que, além de comunicar um conhecimento, os estudantes usam-na para tornar seus discursos mais persuasivos, a fim de convencer os colegas e o professor acerca da veracidade das afirmações contidas em suas argumentações. Além disso, a escrita é uma prática epistêmica, já que ela “se baseia na cognição epistêmica e, como tal, está ligada às atividades sociais concertadas e coordenadas” (DENG; KELLY; DENG, 2019, p. 1411; *tradução nossa*¹).

Kelly e Licona (2018) definiram as práticas epistêmicas como ações interativas e socialmente organizadas por meio das quais os membros de um grupo propõem, comunicam, avaliam e legitimam o conhecimento. Esses autores, ao mencionarem as características das práticas epistêmicas relacionadas à intertextualidade, afirmam que essas ações interativas não se dão somente no discurso oral, mas também no escrito. Compreender a escrita como uma prática social leva a uma mudança na perspectiva que orientará a maneira como o seu uso deve ocorrer na sala de aula, visto que aprender a escrever nas aulas de ciências envolve ir além das práticas formais de registro, incluindo, assim, o trabalho ativo com evidências, dados, conceitos e práticas disciplinares sociais (KELLY; CHEN; PROTHERO, 2000). Assim, nosso interesse baseia-se na identificação de práticas epistêmicas presentes nos registros escritos dos estudantes do segundo ano do Ensino Médio produzidos em uma sequência de aulas de Química.

Na literatura, existem poucos estudos a respeito da investigação das práticas epistêmicas no discurso escrito. No que se refere ao Ensino Médio, encontramos dois: i) Araújo (2008) analisa as práticas epistêmicas mobilizadas pelos estudantes em discursos realizados durante aulas práticas da disciplina de Química. Essa autora identificou práticas epistêmicas relacionadas à proposição, à comunicação e à avaliação do conhecimento. Além disso, nos textos produzidos pelos estudantes, foi possível identificar as estratégias de argumentar, explicar e descrever. ii) Silva (2015) mapeou a ocorrência de práticas epistêmicas em dois grupos de estudantes em aulas de Biologia. Tal autora, assim como Deng, Kelly e Deng (2019), considerou a escrita de um relatório como uma prática epistêmica que está associada à comunicação. Ela

¹ “that draws on epistemic cognition and is, as such, tied to concerted, coordinated social activities”.



concluiu que a ocorrência de uma maior diversidade de práticas se deu em contextos nos quais os estudantes tiveram autonomia para investigar.

Em outra vertente, estão os estudos que abrangem a argumentação, a qual é uma prática epistêmica. Sobre o discurso escrito nas aulas de ciências, são exemplos Kelly e Bazerman (2003) utilizando níveis epistêmicos para classificar a formulação de argumentos escritos, e Jiménez-Aleixandre e Erduran (2007) analisando a persuasão na argumentação por meio da escrita. Não focaremos apenas na argumentação (KELLY; BAZERMAN, 2003; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; ERDURAN, 2007), mas incluiremos a identificação de todas as práticas epistêmicas que forem oportunizadas por meio da escrita na situação de ensino considerada.

No Ensino Superior, encontramos os trabalhos de Manzoni-de-Almeida, Marzin-Janvier e Trivelato (2016), nos quais foram indicadas diversas práticas epistêmicas empreendidas por estudantes de graduação da disciplina de Imunologia durante a elaboração de relatórios em uma aula experimental. Já Valdivia e Martinez (2018) trouxeram para um curso de formação inicial de professores uma sequência de tarefas as quais se pautavam na mobilização de práticas epistêmicas com a finalidade de analisar a escrita argumentativa desses futuros professores.

Diferentemente dos estudos mencionados anteriormente, não analisaremos somente a elaboração de um relatório, mas as produções nas quais os estudantes mobilizaram atividades de escrita para a resolução de um problema. Em geral, a escrita, nas aulas de Química no Ensino Médio, ocorre quando os estudantes estão fazendo exercícios e provas. Portanto, analisamos, neste artigo, a escrita dos estudantes nas atividades de uma sequência de aulas de Química a fim de abordar a seguinte questão de pesquisa: “Como os estudantes do segundo ano do Ensino Médio se envolveram em atividades de escrita em uma sequência de aulas de Química?”. Dessa forma, nosso objetivo é identificar as práticas epistêmicas nos registros escritos produzidos pelos estudantes.

Nosso interesse não se dá pela busca de classificações ou indicações de práticas epistêmicas mobilizadas pelos estudantes a partir da escrita nas aulas de Química. A identificação dessas práticas é importante, pois podem ser indicadoras de engajamento dos estudantes (SASSERON; DUSCHL, 2016), e contribuem para a compreensão de como os entendimentos são construídos (KELLY, 2018).



2 PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

São diversas as perspectivas relacionadas ao conceito de práticas epistêmicas. Por exemplo, Sandoval e colaboradores (2000) definem as práticas epistêmicas como atividades cognitivas e discursivas nas quais os estudantes alcançam e demonstram a compreensão do conhecimento científico. Semelhante a essa definição, Araújo (2008) entende as práticas epistêmicas como o movimento pelo qual as ideias dos estudantes são articuladas durante uma discussão, indicando uma apropriação do conhecimento científico. Mercer e colaboradores (2004) trazem também o termo “procedimentos científicos” para sua definição, dado que as práticas epistêmicas são entendidas como atividades que permitem aos estudantes articular teoria e evidência, promover uma visão sobre conhecimentos e procedimentos científicos, definir novos conceitos, além de propor novas soluções para determinados problemas. Valdivia e Martínez (2018) enfatizam a argumentação, defendendo que as práticas epistêmicas são aquelas em que os estudantes propõem certas ideias ou argumentos e justificam e avaliam essas ideias considerando os argumentos e contra-argumentos de acordo com as evidências disponíveis. Percebemos um aspecto em comum, a interação é uma característica importante para o entendimento do conceito de práticas epistêmicas.

Nos trabalhos mais recentes sobre práticas epistêmicas no Brasil (por exemplo, SILVA, 2015; SASSERON; DUSCHL, 2016; FERRAZ; SASSERON, 2017; SASSERON; SOUZA, 2019) têm conceituado as práticas epistêmicas a partir da perspectiva do pesquisador Gregory J. Kelly. Analisando alguns trabalhos desse autor e colaboradores (KELLY, 1997; KELLY; CHEN; CRAWFORD, 1998; CRAWFORD; KELLY; BROWN, 2000), podemos identificar algumas premissas para a compreensão do conceito de práticas epistêmicas. Primeiro, perceber a ciência como cultura e prática, constituindo-se de critérios bem definidos e convencionalizados, na temporalidade, para conhecer, falar, participar, interagir, agir e ser. Segundo, entender a aprendizagem como socialização nesses critérios, mas situados em uma comunidade escolar disciplinar. Terceiro, aproximar o ensino de ciências dos processos e práticas científicas, estabelecendo uma comunidade de prática na sala de aula.



Tendo isso exposto, podemos entender as práticas epistêmicas como os modos específicos pelos quais os membros de uma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam o conhecimento dentro de uma estrutura disciplinar (KELLY, 2008). Em um trabalho mais recente, Kelly e Licona (2018) trouxeram mais elementos para a sua compreensão, apresentando quatro características dessas práticas: i) interacionais – são construídas entre os membros de um grupo por meio de processos discursivos, nos quais definem o que conta como conhecimento; ii) contextuais – ocorrem na temporalidade e na territorialidade de contextos sociais enquadrados por normas culturais; iii) intertextuais – constroem-se a partir de discursos, sinais e símbolos definidos por gêneros de comunicação socialmente reconhecidos, os quais são usados para propor, justificar, avaliar e legitimar reivindicações de conhecimento e iv) consequenciais – situadas em instâncias de poder, dado que as escolhas sobre o que conta como confiável, válido ou útil legitimam certas alegações de conhecimento.

Assim, entendemos as práticas epistêmicas como ações aprendidas e desenvolvidas, na temporalidade, por estudantes e professores em momentos de interação crítica, por meio de atividades múltiplas que desencadeiam processos discursivos diversos (oral, escrito, gestual, simbólico), situados em uma comunidade disciplinar com normas e rotinas próprias, nas quais os seus membros definem que tipos de asserções podem ser mobilizados para propor, comunicar, avaliar e legitimar as alegações de conhecimento. Considerando o objetivo deste artigo, uma das características indicadas por Kelly e Licona (2018) é especialmente importante: a intertextualidade. Em outras palavras, as práticas epistêmicas também podem ser desenvolvidas no discurso escrito.

Myers (1990) já afirmava que os textos podem ser vistos como parte dos processos sociais envolvidos na produção e negociações para a construção do conhecimento científico. Assim como Bakhtin (1986), Lemke (1990) já considerava a escrita como uma prática social. Para isso, transpondo as ideias de Deng, Kelly e Deng (2019) para a educação básica, os estudantes precisam participar de atividades relacionadas à produção dos textos, mas também precisa ocorrer a avaliação desses textos pelos próprios estudantes e a discussão dessa avaliação por todos. O que implicaria positivamente na capacidade dos estudantes escreverem nas aulas de



ciências, desenvolvendo a cognição epistêmica para a comunicação e legitimação do conhecimento científico (DENG; KELLY; DENG, 2019). Esses autores reforçaram que a cognição epistêmica não pode ser construída apenas por meio da prática pessoal e da reflexão, como também depende muito da interação social e do desenho e uso de múltiplos textos em contextos sociais específicos.

Dessa forma, ao considerarmos, em aulas de Ciências, a escrita como uma prática social, entendemos que os registros escritos produzidos pelos membros de uma comunidade disciplinar foram negociados nos momentos de interação. Além disso, as formas como esses registros são produzidos nas aulas possuem características próprias as quais permitem que todos os membros dessa comunidade entendam o que foi produzido (BOWEN; ROTH, 2002; ROTH, 2013; SILVA, 2015).

Silva (2015) usa o termo inscrições para se referir também aos gráficos, às imagens, às representações que constituem o discurso escrito nas aulas de ciências. A partir disso, essa autora, apoiando-se nos estudos de Bowen e Roth (2002) e Roth (2013), afirmou que as inscrições são necessárias não somente para os argumentos construídos, mas também para a produção do conhecimento nas aulas de Ciências. No entanto, para essa autora, muitas vezes essa prática de construção das inscrições não é socializada na sala de aula, dificultando o processo de ensino e aprendizagem. Em sua tese, conforme já descrito brevemente, ela afirmou que, em um contexto investigativo, houve a ocorrência de diversas práticas epistêmicas nos relatórios dos estudantes, por exemplo, descrever, explicar, narrar, argumentar, concluir e construir dados. Ela enfatizou que a análise dessas práticas se relaciona com a natureza da sequência de aulas que foi desenvolvida com os estudantes.

No contexto investigativo no qual os estudantes tiveram abertura para participar e negociar o conhecimento, foi identificada uma maior ocorrência de práticas epistêmicas em seus relatórios, contemplando práticas relacionadas à proposição, comunicação e avaliação do conhecimento (SILVA, 2015). Para a análise de nossos dados, classificamos, a partir dos estudos de Araújo (2008), Silva (2015) e Silva, Gerolin e Trivelato (2018), as práticas epistêmicas usadas neste artigo em categorias relacionadas à proposição, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento.

No estudo de Silva (2015), conceituar não foi considerada uma prática epistêmica relacionada à legitimação, uma vez que estava associada à prática



epistêmica definir, a qual foi classificada como comunicação do conhecimento. Porém defendemos que categorizar conceituar juntamente com definir seria um reducionismo. De acordo com Teixeira (2006), as definições estariam relacionadas aos “rótulos que nomeiam conjuntos de atributos ou propriedades perceptíveis, dados objetivos e fatos encontrados no mundo” (p. 146), enquanto os conceitos constituem “uma rede flexível de conhecimentos articulados e concatenados” (p. 146). Dessa forma, entendemos que conceituar corresponderia à legitimação do conhecimento, visto que seria uma forma de o estudante “reconhecer conhecimentos relevantes para a comunidade epistêmica” (SILVA; GEROLIN; TRIVELATO, 2018, p. 915).

3 PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa relatada neste artigo possui abordagem qualitativa, de natureza interventiva, já que, para a análise, foi articulada a “investigação e produção de conhecimento, com ação e/ou processos interventivos” (TEIXEIRA; MEGID-NETO, 2017, p. 1056) a fim de levar à compreensão de fenômenos da sala de aula (MORAES; GALIAZZI, 2016). Dentre as modalidades de pesquisas de natureza interventiva, constitui-se como pesquisa de aplicação (TEIXEIRA; MEGID-NETO, 2017), dado que procuramos identificar, por meio da escrita dos estudantes, práticas epistêmicas mobilizadas em uma situação de ensino, na qual a professora era a pesquisadora, e todas as atividades foram integralmente elaboradas pelos pesquisadores.

Este estudo foi conduzido em uma unidade de uma escola da rede privada de Belo Horizonte, Minas Gerais. Os participantes somam 20 estudantes com faixa etária entre 16 e 17 anos, cursando a disciplina de Química no segundo ano do Ensino Médio. A professora que implementou a intervenção foi a própria pesquisadora, a qual tem seis anos de experiência no magistério na escola onde a pesquisa foi realizada.

Os estudantes participaram de uma sequência de nove aulas de 50 minutos cada (Quadro 1), planejadas por meio de uma abordagem investigativa (CARVALHO, 2013).

Quadro 1 – Linha do tempo com a descrição dos objetivos, temática e atividades realizadas durante a sequência de aulas.

Aula	Objetivo	Temática	Atividades
1ª	Conhecer a ideia dos estudantes.	Transformações químicas	Individualmente, os estudantes realizaram uma atividade escrita, contendo três questões sobre



			investigações realizadas pela polícia científica na cena de um crime.
2ª	Propor o problema para fomentar o levantamento das hipóteses		Em grupos, leitura e discussão de um texto adaptado sobre a contaminação das cédulas de dinheiro com cocaína (CROMATOGRAPHY TODAY, 2017) e registro da hipótese elaborada pelos estudantes nos grupos.
3ª	Testar a hipótese elaborada nos grupos de estudantes.	Classificação das substâncias químicas.	Discussão nos grupos.
4ª		Caracterização das substâncias orgânicas e inorgânicas.	
5ª		Identificação de grupos funcionais por meio de caracterização estrutural.	Realização de experimento planejado e construído pelos estudantes nos grupos.
6ª			
7ª	Apresentar as ideias dos estudantes sobre a resolução do problema.	Identificação de grupos funcionais por meio de transformações químicas.	Apresentação dos registros escritos legitimados nos grupos para toda a turma.
8ª	Sistematizar as ideias apresentadas pelos estudantes	Relação entre o grupamento funcional e a transformação química que indica esse grupamento.	Realização de experimento de forma demonstrativa pela professora/pesquisadora.
9ª	Explorar um novo contexto utilizando as ideias legitimadas ao longo das aulas.	Identificação de grupos funcionais, modificação estrutural e relação estrutura/ atividade farmacológica.	Os estudantes individualmente realizaram uma atividade escrita sobre uma situação hipotética, na qual um paciente, após ingerir um medicamento, entra em estado de coma.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme indicado no Quadro 1, para a realização das atividades de ensino, foram necessárias nove aulas de 50 minutos, as quais se sucederam sequencialmente, demandando cinco semanas, visto que os estudantes possuíam duas aulas de Química em cada uma delas. Não orientamos os estudantes a realizarem pesquisas sobre as atividades da sequência em casa. Todas as atividades dessa sequência foram realizadas em sala de aula com o auxílio da professora/pesquisadora. Embora a própria natureza da atividade favorecesse determinada prática epistêmica, a professora/pesquisadora não direcionou os estudantes para que isso acontecesse, ou seja, eles não foram orientados a mobilizar determinada prática epistêmica. As orientações e interferências se baseavam nas questões que os estudantes colocavam sobre os conteúdos abordados.

A pesquisa em Educação conduzida pelo próprio professor em sua sala de aula pode trazer implicações importantes no processo de ensino e aprendizagem, porque esse processo é dependente da intencionalidade do professor e das necessidades de cada contexto. Essas condições são mais bem compreendidas pelos professores que já conhecem esse contexto (ELLIOTT, 1990; VALDIVIA; MARTÍNEZ, 2018). Portanto, a investigação do processo de ensino e aprendizagem no próprio contexto em que o pesquisador é professor pode influenciar as análises, de modo a questionar a confiabilidade delas (WONG, 1995; VALDIVIA; MARTÍNEZ, 2018). No entanto,



buscamos impedir e/ou minimizar possíveis distorções dessas análises, por meio de discussões coletivas em diversas instâncias. Todos os estudantes, seus responsáveis e os gestores da escola foram informados sobre as intenções da pesquisa. O consentimento de todos os envolvidos foi obtido, e a confidencialidade do local de pesquisa e a identidade dos estudantes foram mantidas, conforme aprovação do Comitê de Ética de Pesquisa sob o registro CAAE 06668818.3.0000.5150.

Para as atividades de pesquisa, utilizamos os registros escritos produzidos, individualmente e em grupos, pelos estudantes durante a sequência de aulas indicada no Quadro 1. Tais registros eram recolhidos pela professora/pesquisadora ao final de cada aula e/ou atividade e analisados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2016). Devido o propósito de contemplar tudo aquilo que os estudantes registraram, a escolha da ATD se justifica, visto que ela proporciona a diversidade de compreensões sobre o tema investigado e a considera. Segundo esses autores, essa metodologia de análise de dados valoriza as especificidades das investigações em Educação, uma vez que, nessa área, os pesquisadores lidam com questões sociais, culturais, políticas, relacionais e subjetivas.

Moraes e Galiuzzi (2016) definem a ATD como um processo auto-organizado de construção e de compreensão. Além disso, sustentam que as interpretações surgem de uma sequência pautada em quatro momentos: a unitarização, a categorização, a captação do novo emergente e o processo auto-organizado (Figura 1).

Figura 1 – Processo de análise orientado pela Análise Textual Discursiva

Corpus: 1) Atividade com três questões para identificação das concepções dos estudantes. 2) Registros legitimados nos grupos. 3) Parecer dos estudantes sobre uma situação fictícia.	1ª etapa: Registros escritos produzidos pelos estudantes	Para a identificação das propostas de engajamento nas práticas epistêmicas associadas à escrita científica legitimadas nos grupos e mobilizadas pelos estudantes na escrita do parecer sobre a situação fictícia, elas foram estabelecidas previamente por meio da tese de Silva (2015; p. 62). Quando os estudantes: 1) levantam uma questão sobre o tema estudado ou retomam alguma questão que já foi proposta pelo professor, eles problematizam . 2) preparam uma possível explicação para o problema proposto, eles elaboram hipóteses . 3) estabelecem estratégias para testar as hipóteses, eles planejam uma investigação . 4) preveem resultados baseados na hipótese elaborada, eles fazem previsões . 5) coletam, registram e interpretam dados, eles constroem dados . 6) recorrem a um dado construído de uma fonte não apresentada pelo professor, eles consideram diferentes fontes de dados . 7) finalizam o problema proposto, eles concluem .
Os registros escritos produzidos pelos estudantes individualmente e nos grupos foram codificados para impedir a identificação dos estudantes. As iniciais E e G indicam estudante e grupo, respectivamente.	2ª etapa: Codificação	
Os registros escritos foram desmontados para identificação das unidades constituintes referentes ao fenômeno estudado.	3ª etapa: Unitarização	
As unidades de significado foram agrupadas de acordo com as semelhanças para a construção de	4ª etapa: Categorização	



categorias, que durante o processo podem ser reagrupadas formando novas categorias.		
Para a exploração das concepções dos estudantes, não foram estabelecidas categorias previamente, elas emergiram no processo de análise. Não houve uma preocupação com um sistema de categorias.	Categorias a posteriori	Categorias a priori
As categorias construídas durante o processo de análise foram descritas e interpretadas de modo a teorizar os fenômenos investigados. Os textos produzidos nesse momento são chamados de metatextos.	5ª etapa: Captação do novo emergente	
Nesse movimento de desconstrução e reconstrução, mesmo que de certa forma planejado, novas compreensões podem emergir.	6ª etapa: Processo auto-organizado	

8) referenciam por meio de bibliografia especializada e/ou o que foi dito pelo professor, eles **citam**. 9) descrevem ações ou eventos que ocorreram em uma sequência lógica, eles **narram**. 10) apresentam um sistema, objeto ou fenômeno, baseado nas suas características, eles **descrevem**. 11) utilizam representações visuais construídas por eles ou já estabelecidas pela comunidade científica apoiar suas hipóteses, fundamentar seus argumentos, produzir explicações e expressar conclusões, eles **usam representações visuais**. 12) relacionam o fenômeno investigado e os conceitos envolvidos e/ou as estratégias usadas para o teste das hipóteses para entender esse fenômeno, eles **explicam**. 13) usam evidências para suportar uma ideia ou utiliza recursos para convencer outro membro de uma comunidade disciplinar, eles **argumentam**. 14) apresentam sua posição, eles **opinam**. 15) apresentam um modelo teórico baseado nos dados construídos, eles **exemplificam**. 16) utilizam um conceito de forma explícita que dá significado ao fenômeno investigado, eles **definem**. 17) produzem explicações que se aplicam a outros contextos, eles **generalizam**. 18) **avaliam a consistência dos dados**. 19) articulam uma rede de conhecimentos de forma lógica para descrever e explicar o fenômeno, eles **conceituam**.

Fonte: Adaptado de Moraes e Galiazzi (2016) e Silva (2015; p. 62).

Para a análise das concepções dos estudantes não foram utilizadas categorias *a priori*. No entanto, na análise das atividades em grupo (da 2ª à 6ª aula) e na análise de uma situação hipotética (9ª aula), conforme indicado no Quadro 2, as categorias estabelecidas previamente por meio da tese de Silva (2015) correspondem às práticas epistêmicas (Figura 1, última coluna). A autora caracterizou algumas práticas epistêmicas as quais foram oportunizadas a partir de um problema experimental. Algumas adaptações foram feitas de modo a fundamentar nossa análise. Inicialmente, a prática epistêmica construção dos dados, proposta por Silva (2015), indicava somente a sua coleta e o seu registro. No entanto, incluímos a interpretação, pois concordamos com a afirmação de Kelly, Crawford e Green (2001) a respeito de que a relação entre o uso da linguagem e o conhecimento se dá por meio, dentre várias outras práticas, da coleta e da interpretação de dados. Nesse sentido, considerar diferentes fontes de dados constitui o uso de outras fontes que não foram necessariamente indicadas pelo professor, o que pode implicar um “dado diferente do que está sendo trabalhado naquele momento para solucionar o problema em discussão” (SILVA, 2015, p. 62).



Baseado em Evagorou, Erduran e Mäntylä (2015), e Gilbert e Justi (2016), defendemos ser mais adequado o emprego do termo representações visuais em vez de linguagem representacional (SILVA, 2015), evitando um reducionismo ao tratarmos tais termos como sinônimos. Além disso, o uso de representações visuais é mais amplo do que apenas empregar "inscrição para representar ideias próprias" (SILVA, 2015, p. 62) e também necessário para a construção do conhecimento e para o seu desenvolvimento (EVAGOROU; ERDURAN; MÄNTYLÄ, 2015).

As práticas epistêmicas "definir" e "conceituar" (SILVA, 2015, p. 62) foram separadas, porque essas palavras não são sinônimas. Concordamos que definir é atribuir "significado a algum conceito de forma explícita" (SILVA, 2015; p. 62), e "conceituar" pode ser entendido como uma rede de conhecimentos articulados que descrevem os fenômenos e os explicam (TEIXEIRA, 2006).

Pensamos que algumas características da própria sequência favoreceriam determinadas práticas epistêmicas, por exemplo, na segunda aula, elaborar hipótese; da terceira a sexta aulas, planejar investigação, construir dados, descrever, usar representações visuais e, na nona aula, explicar, concluir, usar representações visuais e conceituar, todavia os estudantes, em nenhum momento, foram informados sobre essas práticas e/ou direcionamentos a mobilizá-las.

Desta forma, nosso foco está nas práticas epistêmicas identificadas nos registros escritos dos estudantes. Não buscamos localizar movimentos epistêmicos realizados pela professora, uma vez que entendemos que eles estão relacionados à forma como os professores orientam os estudantes na construção de entendimentos em sala de aula (ARAÚJO, 2019).

4 ANÁLISE E RESULTADOS

Nossos resultados foram apresentados explorando as ideias dos estudantes sobre o tema relacionado ao problema proposto, o qual fomentou a discussão na sequência de aulas, e identificando as práticas epistêmicas mobilizadas pelos estudantes individualmente e nos grupos.

As ideias dos estudantes sobre o tema relacionado ao problema proposto foram obtidas a partir de seus registros realizados individualmente. Para isso, eles



responderam a três questões sobre: i) a identificação, mesmo após alguns dias do acontecimento de um crime, de manchas de sangue e de impressões digitais; ii) a confirmação de que a mancha encontrada na cena de um crime era mesmo de sangue, e iii) os elementos que os estudantes utilizariam em um parecer técnico com o propósito de fundamentar a investigação de um crime.

Os estudantes reconheceram o uso de conceitos químicos que se aplicam na investigação de crimes, principalmente, as transformações químicas: *i) Através de testes químicos que identificam se há presença de sangue e como há células de DNA no sangue, é possível identificar o “dono”. ii) Essa alteração é possível pelo fato do reagente entrar em contato com o sangue. iii) A alteração de cor ocorre, pois as reações (sic) químicas formam funções (éster e cetona) que apresentam coloração avermelhada.* Os estudantes registraram detalhes que descrevem como o conceito de transformação química pode ser aplicado: contato entre as substâncias, alteração de cor e mudança de grupamento funcional. Levando em consideração os objetivos que pretendíamos alcançar com a atividade de ensino aplicada, a percepção de que a transformação dos reagentes usados na investigação se devia à mudança dos grupamentos funcionais nos forneceu elementos importantes para o planejamento das aulas posteriores e apontou algumas evidências para a identificação das práticas epistêmicas, a exemplo do uso das representações visuais para fundamentar a proposta de resolução do problema.

Acerca do parecer que os estudantes deveriam fornecer sobre a investigação de um crime, eles valorizaram a apresentação de um resultado. Essa apresentação se deu, principalmente, por da descrição dos materiais utilizados e da afirmação de que deveriam ser realizados experimentos: *i) Uso de produtos capazes de reagir, comparações, microscópio, uso de luz para identificar sangue. ii) Eu comprovaria com dados científicos após uma série de experimentos.* As ideias aqui mostradas sugerem que os estudantes geralmente demonstram consciência dos conceitos relacionados ao tema, mas pouca compreensão sobre as especificidades da escrita em aulas de ciências. Embora eles tenham valorizado a apresentação dos materiais e a necessidade dos experimentos, não indicaram a importância da interpretação dos dados obtidos a partir desses experimentos. Entendemos que eles apenas descreveram parcialmente como os experimentos poderiam ser executados, mas não exploraram como os resultados obtidos seriam analisados para expressar uma conclusão. O parecer fornecido pelos estudantes nos pareceu pouco descritivo, interpretativo e explicativo. Isso nos sugere



a percepção da escrita como algo mais necessário para apresentar um conceito o qual eles já conheciam do que para explicar os processos envolvidos e para justificar o que sabem sobre o conceito apresentado. Em outras palavras, a escrita foi usada para apresentar o conceito e não para explorá-lo.

A identificação das práticas epistêmicas por meio da escrita não se deu apenas a partir de um relatório produzido após a realização do experimento. Ela ocorreu ao longo das aulas, desde a proposição do problema até a exploração de um novo contexto. Isso porque buscamos acompanhar todos os registros que eram feitos, em grupo e individualmente, pelos estudantes (Quadro 1).

O problema proposto tratava da contaminação de cédulas de dinheiro por cocaína (CHROMATOGRAPHY TODAY, 2017). Em grupos, os estudantes elaboraram hipóteses (SILVA, 2015) sobre a possível contaminação de cédulas retiradas de um caixa eletrônico: *Não está contaminado, pois essas cédulas que são retiradas de um caixa eletrônico têm pouco contato com as pessoas (Grupo 1 – G1). Sim, mas não cocaína (Grupo 2 – G2). Pode estar contaminado(sic) pois as cédulas de dentro do caixa podem ser de depósitos feitos por outras pessoas (Grupo 3 – G3). Porque as cédulas passam de mão em mão (Grupo 4 – G4).* Ao indicarem uma proposta de negação ou de confirmação da contaminação das cédulas, os registros transcritos indicaram a mobilização da prática epistêmica “elaborar hipóteses”. No entanto, percebemos que os grupos não trouxeram mais elementos para sustentar a elaboração dessas hipóteses. Aqueles que, por exemplo, defenderam a contaminação das cédulas, mesmo que retiradas de um caixa eletrônico, não dissertaram sobre a possibilidade de as máquinas usadas para contar o dinheiro nos bancos já estarem contaminadas. O fato de as cédulas de dinheiro serem retiradas do caixa eletrônico não garantiria que elas não estivessem contaminadas. Para os estudantes testarem suas hipóteses, eles planejaram a investigação (SILVA, 2015), apresentando algumas estratégias para confirmar ou não a contaminação das cédulas por cocaína: *Sim. Analisaríamos(sic) todas as notas envolvendo-as em substâncias químicas capaz(sic) de identificar resíduos de cocaína (G1). Usar produtos e luzes capazes de identificar. Capazes de ocorrer reações químicas (G2). Utilizar elementos que reagem(sic) a cocaína no experimento para identificação da cocaína. Comparar duas notas. Uma normal e uma contaminada e analisar as diferenças (G3). Lâmpada de LED que identifica substâncias, se identificar(sic), manda para o laboratório que identifica a droga (G4).* Uma das expectativas da sequência didática aplicada consistia em que os estudantes traçassem estratégias



para identificar os grupamentos funcionais da cocaína, mas isso não se concretizou nos registros escritos apresentados. Essas estratégias eram esperadas, porque os estudantes mencionaram os grupamentos funcionais quando questionados sobre a confirmação de que uma mancha encontrada na cena de um crime seria mesmo de sangue, conforme descrito na seção anterior. Um dos grupos afirmou que todas as cédulas seriam analisadas, no entanto isso não seria necessário, visto que, para o teste, bastaria uma amostra de uma cédula retirada do caixa eletrônico. Ainda que o G3 tenha usado o termo “elemento” de forma equivocada, ele se referia à utilização de reagentes específicos para a cocaína.

Percebendo a dificuldade dos estudantes em traçar estratégias mais eficazes para o teste das hipóteses, a professora/pesquisadora lhes forneceu um texto. Nesse texto, foram abordadas a classificação das substâncias químicas, a caracterização das substâncias orgânicas e inorgânicas e a identificação de grupos funcionais por meio de caracterização estrutural (Quadro 1, p. 9).

Após discussão das questões propostas em tal texto, a professora/pesquisadora forneceu aos grupos reagentes e materiais para o teste de suas hipóteses. Não foi entregue nenhum roteiro que orientasse o modo como os estudantes deveriam conduzir a realização do experimento. A intenção era fazer com que eles detalhassem as estratégias traçadas no momento do planejamento da investigação ou as modificassem. Basicamente, todos os grupos apenas registraram alguns reagentes e as alterações macroscópicas. Não descreveram os procedimentos realizados, nem organizaram os resultados, tal como não os interpretaram. Não identificamos práticas epistêmicas que poderiam ser mobilizadas, a exemplo de prever, narrar, descrever, construir dados, citar, usar representações visuais, explicar e concluir (SILVA, 2015). Percebendo a dificuldade dos estudantes, a professora realizou o experimento de forma demonstrativa (Quadro 1, p. 9).

Na última aula da sequência de ensino, os estudantes foram orientados a escrever, individualmente, um texto sobre uma situação hipotética, na qual um paciente, após ingerir um medicamento, fora levado a um estado de coma (Quadro 1, p. 9). Para isso, foi disponibilizado um exame toxicológico fictício e a bula do suposto medicamento ingerido. A identificação das práticas epistêmicas mobilizadas pelos estudantes está indicada no Quadro 2.



Quadro 2 – Transcrição dos registros dos estudantes, indicando propostas a mobilização em práticas epistêmicas.

Práticas Epistêmicas	Transcrição dos registros escritos dos estudantes
Elaborar hipótese	[...] também pode ter alergia ou tomou remédio junto com uma(sic) outra substância.
	[...] provavelmente é fruto da ingestão simultânea de zalutabina e doriden (glutetimida).
	[...] a substância desconhecida pode ser um medicamento depressor do Sistema nervosa(sic) que aumenta o efeito dos medicamentos, ou pode ser codeína(sic) que converteu codeína em morfina.
	[...] aliado a alguma outra substância, potencializou(sic) seu efeito.
	Junto a uma substancia(sic) não identificada que se confirmada codeína.
	[...] a ingestão do remédio com outras substâncias (que não foram identificadas) pode ter levado ao coma.
Fazer previsões	[...] a codeína que é uma droga que causa overdose, o que pode ter acontecido com o paciente citado, a ingestão de álcool com Doriden, causa coma também.
Considerar diferentes fontes de dados	[...] é possível relacionar esses dados a um possível coma alcoólico.
	[...] é transformada para morfina, que em excesso, leva ao coma.
	[...] a morfina é um medicamento dado a pacientes terminais para aliviar a dor.
Descrever	[...] à ingestão de grandes doses do medicamento pode levar o paciente ao que(sic) overdose, resultando no coma.
Explicar	[...] ele desenvolveu o metabólito, mudando uma função orgânica (aumentou um OH).
	[...] à substância não identificada é o metabolito(sic) que uma estrutura molecular bastante semelhante.
Concluir	[...] levando a formação de metabolitos(sic). Dessa forma, esses metabólitos sendo tóxicos em animais, também são tóxicos para os humanos.

Para resolver o problema, os estudantes deveriam analisar o exame toxicológico e a bula. No exame, foram detectadas a glutetimida e outra substância não identificada. A glutetimida é o princípio ativo do medicamento utilizado pelo paciente. Uma informação contida na bula do medicamento, “*A glutetimida quando ingerida em doses excessivas pode ainda levar à formação de um metabólito, que é conhecido por causar efeitos tóxicos em animais*”, indicaria a formação do metabólito responsável pelo coma. O metabólito produzido possui um grupamento hidroxila, que é ausente na glutetimida.

A maioria dos estudantes *elaboraram hipóteses* (SILVA, 2015), relacionando a toxicidade à codeína. No entanto, um estudante teceu uma hipótese, baseando-se na substância não identificada, a qual poderia ter levado o paciente ao coma. Nenhum dos estudantes indicou que essa substância não identificada seria o metabólito formado a partir da glutetimida. Percebemos que um estudante se aproximou da resolução do problema ao *descrever* (SILVA, 2015) a ingestão de alta dose do medicamento como o fator que ocasionou o coma.

As *previsões feitas* (SILVA, 2015) pelos estudantes indicaram coma alcoólico ou overdose provocada por morfina. Provavelmente, como o álcool e a morfina são mais conhecidos, os estudantes os associaram e não, necessariamente, observaram a transformação do princípio ativo do medicamento utilizado.



Ao reconhecerem a semelhança entre a representação visual (estrutura química) do princípio ativo do medicamento e o metabólito formado, dois estudantes *explicaram* (SILVA, 2015). Um deles ainda acrescentou que a diferença entre os compostos se dá pela presença do grupamento funcional hidroxila, que é representado pelo OH no metabólito. Um estudante, por sua vez, *concluiu* (SILVA, 2015) o problema proposto, respondendo que o metabólito formado foi responsável pela causa do coma.

Apesar de os estudantes mobilizarem algumas práticas epistêmicas ao longo da sequência de ensino, percebemos que, muitas vezes, não havia uma articulação entre elas. Elaborar uma hipótese poderia, por exemplo, implicar uma previsão, seguida de uma explicação e sistematizada por uma conclusão. Porém, a não ocorrência dessa articulação, não significa que os estudantes não construíram entendimentos sobre o tema abordado, apenas evidencia, conforme destacado anteriormente, que esses entendimentos não foram explorados, indicando que, nas aulas de Química, a escrita pode ainda estar fortemente associada à apresentação de definições e de conceitos.

Além disso, acreditávamos que, devido à própria natureza da sequência de ensino aplicada e ao conceito estudado, o *uso da representação visual* para fundamentar a identificação do metabólito produzido seria uma prática epistêmica muito mobilizada. Não estamos dizendo que há uma prática melhor que outra, mas que, dada a natureza da sequência e o seu conteúdo, havia a possibilidade de que a utilização da prática mencionada fosse recorrente, sobretudo, porque seu emprego é um dos modos de escrever na e pela comunidade disciplinar da Química.

5 DISCUSSÃO E IMPLICAÇÕES PARA A ESCRITA NAS AULAS DE QUÍMICA

Algumas práticas epistêmicas relacionadas à proposição (elaborar hipóteses, planejar investigação, fazer previsões, considerar diferentes fontes de dados e concluir) e à comunicação (descrever e explicar) do conhecimento (SILVA, 2015; KELLY; LICONA, 2018) foram identificadas nos registros escritos dos estudantes. Percebemos que eles avançaram, mesmo não apresentando uma articulação entre as práticas epistêmicas aludidas. Mesmo que os entendimentos construídos não tenham sido explorados, as práticas identificadas indicaram que a escrita desses



estudantes não se deu apenas para apresentar a memorização de conceitos discutidos, de trechos desarticulados dos textos disponibilizados e/ou de citações do livro didático desconectadas com a atividade proposta. Entendemos que as práticas identificadas indicaram ações para persuadir a professora e os demais colegas de que as afirmações registradas eram convincentes (DENG; KELLY; DENG, 2019).

Ainda que, muitas vezes, as afirmações analisadas fossem conceitualmente equivocadas, conforme percebemos nas transcrições, a identificação dessas práticas nos indica que, nas aulas de Química, a escrita dos estudantes não pode ser considerada apenas em única versão, porque a escrita, além de apresentar conceitos e ideias, é “[...] uma maneira linguística de compartilhar, entender, persuadir e apresentar argumentos para defender alegações de conhecimento” (DENG; KELLY; XIAO, 2019, p. 284, *tradução nossa*²).

Nesse sentido, os estudantes devem ser incentivados a reavaliar constantemente o que estão redigindo, rompendo com a ideia de que aquilo que escrevem está errado e que, por isso, deve ser desconsiderado, para que assim escrevam o que é certo, por meio de uma transmissão sem envolvimento intelectual. Essa reavaliação da escrita não é apenas individual, mas social. Em outras palavras, ao discutir o que escreveram, ao avaliar os registros escritos dos colegas, ao discutir essa avaliação com o professor, os estudantes incorporam argumentos os quais foram trazidos pelos colegas e pelo professor, reproduzem normas e rotinas negociadas na sala de aula e se envolvem com os modos específicos de se falar e de se escrever em aulas de Química. Assim, conforme defendem Deng, Kelly e Deng (2019), as atividades de escrita proporcionam a mobilização e desenvolvimento de práticas epistêmicas.

Reconhecemos que, na sequência de aulas proposta, os estudantes tiveram poucos momentos para essa reavaliação, pois estávamos muito focados no uso das representações. Isso pode ser justificado pelo fato de que, quando da exploração de suas ideias, percebemos que alguns conceitos relacionados às discussões subsequentes já eram mobilizados por eles. Além disso, o fato de o nosso objetivo em relação ao conteúdo proposto para a sequência ser a discussão sobre a identificação

² “[...]a linguistic way of sharing, understanding, persuading, and presenting arguments to defend claims in a scientific community”.



de grupamentos funcionais nos fez supor que, de certa forma, os estudantes, durante a escrita, usariam representações. Como essa expectativa não se efetivou, a professora/pesquisadora sistematizou as discussões, relacionando-as com o que era proposto para a aula. Dessa forma, em poucas atividades, os estudantes foram incentivados a, após as discussões realizadas, apresentarem outras versões do que escreveram. Essa foi uma limitação deste estudo, mas que também nos permitiu tecer considerações para entendermos o papel do professor ao incentivar a escrita nas aulas de Química. Concordamos com Deng, Kelly e Deng (2019) ao afirmarem que os professores precisam “proporcionar aos alunos inúmeras oportunidades sociais para se comunicar, argumentar ou debater com base em seus requisitos de desenvolvimento, o que vai além de, listar e transmitir as regras, métodos e habilidades da redação científica” (p. 1430, *tradução nossa*³).

Embora o uso das estruturas dos compostos mencionados nas atividades e de seus respectivos grupamentos funcionais (representações visuais) seja uma das características da escrita nas aulas de Química, ele pode não aparecer de forma imediata. Isso deve ser construído a partir da discussão e da avaliação dos registros escritos produzidos pelos estudantes, os quais precisam ter oportunidades de ler o que os demais escreveram, avaliando e discutindo, revisando e modificando o que também produziram.

As práticas epistêmicas são situadas (DENG; KELLY; DENG, 2019), ou seja, não podemos esperar a mobilização de uma certa prática em um momento da atividade o qual não ofereça o processo e o tempo devido para que ela seja incitada. Por isso, há a necessidade de se perceber, nas aulas de Química, a escrita como uma prática social, crítica, dependente da interação, da avaliação e da reavaliação. Assim, a escrita dos estudantes deve estar disponível para o professor e para os estudantes, e as atividades escritas devem ser discutidas não apenas no momento do fechamento de um conteúdo. Elas precisam ser diversificadas, rompendo com a noção de que acontecem somente no momento da prova.

³ “to provide students with numerous social opportunities to communicate, argue or debate based on their development requirements, rather just list and transmit the rules, methods, and skills of scientific writing”.



Considerando a escrita nas aulas de Química como uma prática social que não pode ser construída apenas de forma individual, mostramos, como implicações deste estudo, que a interação entre estudantes e professor não se encerra no discurso oral, atingindo também os momentos de escrita. Dito isso, o estudante se torna um sujeito epistêmico nessa comunidade disciplinar que pratica e socializa em “modos de ser, conhecer, interagir e participar” (KELLY; LICONA, 2018, p. 10). E, ainda, incluímos modos de escrever.

JULIANA APARECIDA AGUILAR

Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Federal de Ouro Preto. Professora da Educação Básica na rede privada de Minas Gerais.

FERNANDO CÉSAR SILVA

Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor da Faculdade de Educação da UFMG.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. O. *O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de Química*. 2008. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ARAÚJO, L. C. R. *Movimentos epistêmicos, práticas epistêmicas e argumentação: Análise da construção de significados no contexto de desenvolvimento de uma sequência didática sobre fotossíntese*. 2019. 214 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

BAKHTIN, M. *Marxismo e filosofia da linguagem: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem*. s/ed. São Paulo: Hucitec, 1986.

BOWEN, G. M.; ROTH, W. M. Why students may not learn to interpret scientific inscriptions. *Research in Science Education*, v. 32, n. 3, p. 303-327, 2002.

CRAWFORD, T.; KELLY, G. J.; BROWN, C. Ways of knowing beyond facts and laws of science: An ethnographic investigation of student engagement in scientific practices. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 37, p. 237-258, 2000.

CHROMATOGRAPHY TODAY. Publicado em 17 de março de 2017. Is Your Money Laced with Cocaine? - Chromatography Investigates. Disponível em: <https://www.chromatographytoday.com/news/lc-ms/48/breaking-news/is-your-money-laced-with-cocaine-mdash-chromatography-investigates/42123> Acesso em: 15 mar. 2021.

DELL'ARETI, B. A. *O que textos fazem e como se fazem textos em uma sala de aula de Ciências da Natureza: um estudo de práticas sociais relacionadas à escrita*. 2008. 139f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.



DENG, Y.; KELLY, G. J.; DENG, S. The influences of integrating reading, peer evaluation, and discussion on undergraduate students' scientific writing. *International Journal of Science Education*, v. 41, n. 10, p. 1408-1433, 2019.

DENG, Y.; KELLY, G. J.; XIAO, L. The development of Chinese undergraduate students' competence of scientific writing in the context of advanced organic chemistry experiment course. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 20, p. 270-287, 2019.

ELLIOTT, J. Teachers as Researchers: Implications for Supervision and for Teacher Education. *Teaching and Teacher Education*, v. 6, p. 1-26, 1990.

EVAGOROU, M.; ERDURAN, S.; MÄNTYLÄ, T. The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to 'seeing' how science works. *International Journal of STEM Education*, v. 2, n. 1, p. 11-24, 2015.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017.

GILBERT, J. K.; JUSTI, R. *Modelling-based Teaching in Science Education*. Dordrecht: Springer, 2016.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, v. 70, n. 9, p. 701, 1993.

KELLY, G. J. Research traditions in comparative context: A philosophical challenge to radical constructivism. *Science Education*, v. 81, p. 355-375, 1997.

KELLY, G. J. Developing Epistemic Aims and Supports for Engaging Students in Scientific Practices. *Science & Education*, v. 27, p. 245-246, 2018.

KELLY, G. J. Inquiry, activity, and epistemic practice. In: DUSCHL, R.; GRANDY, R. (org.), *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation*. Rotterdam: Sense Publishers, 2008. p. 99-117.

KELLY, G. J.; BAZERMAN, C. How students argue scientific claims: a rethorical-semantic analysis. *Applied Linguistics*, v. 24, n. 1, p. 28-55, 2003.

KELLY, G. J.; CHEN, C.; CRAWFORD, T. Methodological considerations for studying science-in-the-making in educational settings. *Research in Science Education*, v. 28, p. 23-49, 1998.

KELLY, G. J.; CHEN, C.; PROTHERO, W. The epistemological framing of a discipline: Writing science in university oceanography. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 37, p. 691-718, 2000.

KELLY, G. J.; CRAWFORD, T.; GREEN, J. Common task and uncommon knowledge: Dissenting voices in the discursive construction of physics across small laboratory groups. *Linguistics & Education*, v. 12, n. 2, p. 135-174, 2001.

KELLY G. J.; LICONA P. Epistemic Practices and Science Education. In: MATTHEWS, M. (org.), *History, philosophy and science teaching: new research perspectives*, Dordrecht: Springer, 2018. p. 139-165.



LEMKE, J. L. *Talking Science: Language, Learning, and Values*, Norwood, NJ: Ablex, 1990.

MANZONI-DE-ALMEIDA, D.; MARZIN-JANVIER, P.; TRIVELATO, S. L. F. Analysis of epistemic practices in reports of higher education students groups in carrying out the inquiry-based activity of immunology. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 21, n. 2, p. 105-120, ago. 2016.

MYERS, G. *Writing biology: Texts in the social construction of scientific knowledge*. Madison, WI: University of Wisconsin Press, 1990.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. *Análise Textual Discursiva*. 3 ed. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2016.

ROTH, W. M. Reading graphs: contributions to na integrative concept of literacy. *Journal of Curriculum Studies*, v. 34, n. 1, p. 1-24, jan. 2002.

SANDOVAL, W. A. *et al.*, *Designing Knowledge Representations for Learning Epistemic Practices of Science*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA. apr. 2000.

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A. Ensino de ciências e as Práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016.

SASSERON, L. H.; SOUZA, T. N. O engajamento dos estudantes em aula de Física: apresentação e discussão de uma ferramenta de análise. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24, n. 1, p. 139-153, abr. 2019.

SILVA, M. B. *Construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia*. 2015. 253p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

SILVA, M. B.; GEROLIN, E. C.; TRIVELATO, S. L. F. A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 905-933, 2018.

SOUZA, K. A. F. D. *Estratégias de comunicação em química como índices epistemológicos: análise semiótica das ilustrações presentes em livros didáticos ao longo do século XX*. 2012. Tese (Doutorado) - Instituto de Química da Universidade de São Paulo.

TALANQUER, V. Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, v. 33, n. 2, p. 179-195, 2011.

TALANQUER, V. Chemical rationales: another triplet for chemical thinking. *International Journal of Science Education*, v. 40, n. 15, p. 1874-1890, 2018.

TEIXEIRA, F. M. Fundamentos teóricos que envolvem a concepção de conceitos científicos na construção do conhecimento das ciências naturais. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 8, n. 2, p. 121-131, 2006.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID-NETO, J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. *Ciência & Educação*, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017.



VALDIVIA, I. M. A.; MARTÍNEZ, M. L. Improving preservice teachers' scientific argumentative writing through epistemic practices: a learning progression approach. *Journal of Education for Teaching*, v. 45, n. 2, p. 169-185, nov. 2018.

WONG, E. D. Challenges Confronting the Researcher/Teacher: Conflicts of Purpose and Conduct. *Educational Researcher*, v. 24, n. 3, p. 22-28, 1995.

Recebido em 21 de outubro de 2022

Aceito em 17 de março de 2023