
ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA COMO FERRAMENTA CULTURAL NA FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE

JACKSON GOIS

Universidade Estadual Paulista - SP
E-mail: jackson.gois@unesp.br

JULIANA DELUCIA

Universidade Estadual Paulista - SP
E-mail: julianadelucia@yahoo.com.br

RESUMO:

A argumentação científica é um importante saber docente na formação inicial de professores de química. Neste artigo apresentamos dados coletados com licenciandos em química de uma universidade pública do interior do estado de São Paulo que mostram importantes aspectos sobre a elaboração de significados com a argumentação científica. Os dados foram obtidos por meio de questionário e entrevistas com os participantes um ano após entrarem em contato com o tema e antes de sua retomada e aplicação nos estágios curriculares supervisionados. Organizamos os dados com base na Análise Textual Discursiva (ATD) utilizando como categorias *a priori* as concepções de Toulmin (TAP). Na análise dos resultados, partimos das concepções socioculturais de domínio de ferramentas culturais. Os dados evidenciaram a possibilidade de os licenciandos apresentarem domínio da TAP na resolução de atividades teóricas argumentativas e, ao mesmo tempo, não manifestarem domínio dos aspectos teóricos da TAP. Nossos dados também confirmam outros elementos já presentes na literatura, como a importância de a TAP estar ligada a conteúdos científicos e também a melhoria dos resultados quando estudantes elaboram de forma oral seus argumentos em comparação aos argumentos por escrito.

PALAVRAS-CHAVE:

Formação inicial docente, argumentação científica, abordagem sociocultural, ensino de química.

SCIENTIFIC ARGUMENTATION AS A CULTURAL TOOL IN INITIAL TEACHER TRAINING

ABSTRACT:

Scientific argumentation is an important teaching knowledge in the initial training of chemistry teachers. In this article, we collected data from undergraduates in chemistry from a public university in the interior of the state of São Paulo that show important aspects about the elaboration of meanings with scientific argumentation. Data were collected in the form of a questionnaire and interviews with participants one year after coming into contact with the topic, and before resuming the topic and applying it to supervised curricular internships. Data organization was based on Discursive Textual Analysis (DTA) using Toulmin's conceptions (TAP) as *a priori* categories. In the analysis of the results, we start from the sociocultural conceptions of mastery of cultural tools. The data evidenced the possibility that the undergraduates showed mastery of TAP in solving theoretical argumentative activities and at the same time did not master



the theoretical aspects of TAP. The data also confirm other elements already present in the literature, such as the importance of TAP being linked to scientific content and also the improvement of results when students elaborate their arguments orally, compared to written arguments.

KEYWORDS:

Initial teacher training, scientific argumentation, sociocultural approach, chemistry education.

1. INTRODUÇÃO

As pesquisas sobre formação docente em ciências são importantes por fornecerem subsídios fundamentais para políticas públicas, reflexões curriculares e práticas de ensino. Entre os temas que despontam nas pesquisas em Educação em Ciências, a Argumentação Científica continua sendo considerada tendência para todos os níveis de ensino (LIN et al., 2019). De fato, as pesquisas neste campo apontam para o potencial da argumentação científica com fins pedagógicos, como estratégia de ensino e aprendizagem que promove a discussão de temas sociocientíficos (LEAL; SALVI; LORENZETTI, 2021).

É nesse sentido que a formação inicial docente em ciências deve levar em consideração a importância desse tema. Portanto, é fundamental que licenciandos das áreas de ciências participem de atividades formativas argumentativas, sem o que provavelmente não utilizarão esse tipo de abordagem quando forem atuar como docentes do ensino básico. As habilidades de argumentação científica dos estudantes imbricam-se com sua inserção em práticas de investigação científica, que apresentam semelhanças e diferenças comparadas às atividades realizadas por pesquisadores profissionais (MANZ, 2015). Essas habilidades são importantes saberes docentes a serem aprendidos e ensinados na formação básica do ensino superior em cursos de ciências, especialmente as licenciaturas.

Entre as diferentes formas de concepção do conhecimento elaborado por estudantes, presentes na área de Educação em Ciências, encontra-se a abordagem sociocultural. Nesse caso, as diversas habilidades desenvolvidas por seres humanos, inclusive as relacionadas com a linguagem, como explicação e argumentação, podem ser entendidas como ferramentas culturais (PEREIRA, 2022). E estas ferramentas podem ser aprendidas e ensinadas em diversos espaços de educação



formal e não formal de aprendizagem. Em especial, destaca-se, nessa abordagem, a concepção de internalização de saberes, a partir de um plano externo ou social. Portanto, a abordagem oferece um plano de fundo que nos possibilita refletir sobre os processos de construção desses conhecimentos e a própria formação inicial de professores.

Este artigo tem por objetivo investigar de que maneira licenciandos em química de uma universidade pública do interior do estado de São Paulo internalizaram conhecimentos sobre argumentação científica, com base em atividades didáticas de eletroquímica. Os dados obtidos revelam importantes aspectos sobre a formação docente em ciências.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As pesquisas em Educação em Ciências passaram a dar maior importância para o uso que é feito da linguagem em atividades de ensino a partir da década de 1980. Já nas últimas décadas, a área passou a dar importância também para os aspectos argumentativos, considerados como um importante gênero discursivo que pode emergir em processos de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, apesar de as atividades argumentativas serem eventos fundamentalmente dialógicos, levados a efeito entre dois ou mais indivíduos, trata-se de um conhecimento também procedimental, e não meramente declarativo. Portanto, é necessário prover contextos e condições para engajamento dos alunos em atividades argumentativas (DUSCHL; OSBORNE, 2002).

Atualmente as investigações com foco na argumentação continuam relevantes entre as linhas de pesquisa em Educação em Ciências sobre discurso científico (CRISWELL; RUSHTON; SHAH, 2021), sendo o padrão de argumentação de Toulmin (*Toulmin's Argument Pattern* - TAP) considerado como um importante

plano de fundo com foco mais relacionado à estrutura do que à função da linguagem. Essa será a base deste artigo.

Vários elementos podem ser considerados fundamentais nas pesquisas com TAP. O papel da tomada de decisão de alunos, a partir de evidências, por exemplo, é importante para o desenvolvimento da capacidade de avaliação das evidências e conceituação na natureza do conhecimento científico (ACAR; TURKMEN; ROYCHOUDHURY, 2010). A própria concepção do que deve ser considerado como evidência em atividades argumentativas igualmente traz contribuições (TANG *et al.*, 2022).

Para além do espaço escolar, em que alunos deveriam desenvolver habilidades argumentativas, o lugar que a argumentação científica ocupa entre cidadãos e consumidores também tem sido alvo de pesquisas, especialmente sobre como eles lidam com conhecimentos científicos em decisões públicas e pessoais. A conclusão é que muitos pressupostos e convenções racionalistas presentes nas abordagens atuais limitam sua efetividade à alfabetização científica (ALLCHIN; ZEMPLÉN, 2020).

De qualquer maneira, as pesquisas sobre TAP mantêm o foco em discurso, discussão, conversa, diálogo e negociação, além de conceitos epistêmicos (ERDURAN; OZDEM, PARK, 2015). Diversos níveis de competência argumentativa, tais como metacognitiva, metaestratégica e epistemológica, têm sido investigadas (RAPANTA; GARCIA-MILA; GILABERT, 2013).

As pesquisas da área destacam a importância do uso de objetos materiais como suporte para TAP, o que também fornece subsídios para a elaboração de argumentos em atividades de ensino. Observa-se que o uso de determinados

objetos nessas atividades oferece uma importante cadeia de interações humano-materiais (TANG, 2022).

Da mesma forma, a relação entre TAP e motivação é foco de pesquisas. Rahayu, Bambut e Fajaroh (2020) observam que atividades investigativas dirigidas por argumentação (*Argument-Driven Inquiry – ADI*) têm maior potencial quando realizadas de forma cooperativa, comparadas a versões colaborativas. González-Howard e MacNeill (2020) destacam a importância de os alunos terem oportunidades de desenvolverem autoridade epistêmica, uma forma de protagonismo epistemológico, durante as atividades argumentativas.

Os aspectos epistemológicos da argumentação também têm sido investigados na Educação em Ciências. Jin e Kim (2021) observam a importância dos conhecimentos sobre as normas argumentativas por parte dos alunos e ressaltam que o entendimento epistêmico de indivíduos está ligado a conteúdos e contextos específicos. Nesse sentido, o conhecimento dos alunos sobre os conteúdos estudados pode favorecer suas habilidades de argumentação, considerando importância, suficiência, validade e relevância das evidências apresentadas. É importante salientar que, para o próprio Toulmin, argumentos são campo-dependentes, de modo que são moldados pelas concepções centrais (DUSCHL, 2002).

Desde a década de 1980, há evidências de que os argumentos escritos em atividades individuais podem ser mais fracos que os argumentos orais em atividades coletivas. A tendência é que estudantes incluam refutações em seus argumentos escritos apenas depois que o fizerem em argumentação oral. Isso ocorre provavelmente porque, quando escrevem de forma individual, estudantes não estão ouvindo contra-argumentos. Argumentação oral e escrita podem

requerer diferentes tipos de apoio para seu desenvolvimento (BERLAND; MCNEILL, 2010). Com isso, quanto maior a habilidade acadêmica geral dos alunos, melhor poderá ser a capacidade de argumentar sobre um tema (NOVIYANTI *et al.*, 2019).

2.1. Ferramentas Culturais e internalização

Considerando a argumentação como saber a ser aprendido na formação inicial de profissionais das ciências da natureza, a concepção de saber docente, conforme proposta por Shulman (1986), na forma de conhecimento pedagógico de conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge – PCK*), está presente de maneira pronunciada nas pesquisas em Educação em Ciências (KUTLUCA, 2021; LOURENÇO; ABIB; MURILLO, 2016; BAYRAM-JACOBS *et al.*, 2019). Tal abordagem tem como pressupostos os saberes docentes já construídos por determinado grupo.

Este artigo assume uma abordagem sociocultural em razão do tipo de dado que apresenta e discute. Partindo desse pressuposto teórico, aprender a argumentar implica aprender certos movimentos de pensamento que darão especial suporte ao desenvolvimento cognitivo (VIGOTSKI, 2011).

A abordagem sociocultural pressupõe que há uma relação histórica entre os sujeitos e as ferramentas materiais e simbólicas que os cercam. Além disso, considera-se o papel das ferramentas simbólicas que mediam os significados entre os sujeitos e o mundo que o cerca. Nessa concepção, o processo de internalização das ferramentas simbólicas por parte de indivíduos, a partir do que é culturalmente disponibilizado para eles, possibilita um grande salto no desenvolvimento humano.

Partindo dos trabalhos de Vigotski (2011), Wertsch (1999) distingue a noção de internalização em duas possibilidades qualitativamente distintas, que são o domínio e a apropriação. Com isso, o domínio de uma ferramenta cultural implica apenas saber usar uma ferramenta cultural com habilidade. A apropriação, no

entanto, inclui um uso com sensação de conflito, o que demonstra uma internalização da ferramenta por parte dos indivíduos, que então a tornaram própria. Desse modo, eles passam a utilizá-la de forma mais reflexiva, não fazendo apenas o uso comum aprendido em seu meio social.

A abordagem sociocultural está presente nas pesquisas em Educação em Ciências com foco na linguagem. Polman e Pea (2001) apresentam os resultados de pesquisa com docentes de ciências do ensino médio em atividades de ensino a partir de uma abordagem sociocultural e apontam uma virada linguística na Educação em Ciências a partir das contribuições de Wertsch (1999) e Wittgenstein (2008). Tabak (2004), por sua vez, observa que aprendizes passam a utilizar com facilidade as ferramentas culturais apresentadas em disciplinas e que o uso de ferramentas culturais não é inerente à própria ferramenta, ou seja, precisamos aprender culturalmente formas apropriadas de utilizá-las.

Muitas coisas podem ser consideradas como ferramentas culturais na pesquisa em Educação em Ciências, tais como livros texto (SALLOUM, 2021), conceitos de séries geométricas (CARLSEN, 2010), videogames (MORRIS *et al.* 2013) e argumentação científica (TABAK, 2004).

2.2. Argumentação como Ferramenta Cultural

Entendendo a argumentação científica como uma ferramenta cultural central para a aprendizagem em ciências, Grooms, Sampson e Enderle (2018) investigaram como a profundidade de conhecimento de um tema influencia na habilidade de engajamento argumentativo, considerando conceitos de Química. Esses autores observam que há, na literatura da área de Educação em Ciências, duas tendências: uma com foco no ensino da estrutura da argumentação e outra com foco nos conteúdos dos conhecimentos. Essa investigação buscou então responder o quanto

a familiaridade com um conceito afeta a forma como indivíduos participam da argumentação. Os autores concluíram que há relação entre conhecimento de conteúdos e capacidade de argumentar e constataram que a habilidade dos grupos melhorou significativamente nas atividades em que tinham familiaridade com o conteúdo. Outra observação a ser destacada diz respeito ao fato de ter sido notado um aprimoramento da argumentação mesmo com conteúdos desconhecidos, o que deriva do conhecimento que o grupo adquiriu acerca dos fundamentos da argumentação científica e de sua estrutura lógica.

Em outras palavras, é importante que os alunos tenham ambos os conhecimentos: ter apenas um ou outro não é suficiente para que realizem de forma satisfatória atividades argumentativas. Outras pesquisas igualmente partem do princípio de que a argumentação científica pode ser entendida como ferramenta cultural (TABAK; BAUMGARTNER, 2004; PEREIRA, 2022).

2.3. Argumentação e formação docente

A formação docente em ciências também tem sido alvo de pesquisas sobre a importância da argumentação científica. Kaya (2013) e Cetin (2014) realizaram estudos independentes sobre o papel da instrução específica sobre argumentação científica com grupos experimental e controle de licenciandos. Em ambos os casos, observou-se que os grupos experimentais, que receberam instrução específica sobre argumentação científica, elaboraram melhores argumentos em comparação a um ensino tradicional do grupo controle. Nos dois casos, concluiu-se que a abordagem argumentativa deveria ser explicitamente ensinada a todos os estudantes.

De acordo com Lourenço, Ferreira e Queiroz (2016), algumas habilidades verbais importantes para a docência em Química podem ser elaboradas por

licenciandos em atividades de ensino na graduação, como falar e ouvir em processos argumentativos, posicionar-se na construção de argumentos, justificar com evidências, construir argumentos, dentre outros.

A formação docente também não pode prescindir de atividades de laboratório orientadas por investigação, de maneira que ambientes laboratoriais promovem oportunidades discursivas que oferecem suporte para o desenvolvimento de habilidades argumentativas (OZDEM *et al.*, 2013), assim como atividades culturalmente contextualizadas (QUINLAN, 2020).

Tendo em vista especificamente as relações entre conhecimentos específicos de conteúdo e habilidades argumentativas, Aydeniz e Ozdilek (2015) verificaram as habilidades argumentativas de 40 alunos de licenciatura por meio de um questionário ao final de quatro anos de curso. Os resultados mostraram que o curso em si não desenvolve habilidades mínimas de argumentação necessárias para a prática docente.

Nessa mesma direção, Demiral e Çepni (2018) observaram que grupos de licenciandos com melhores conhecimentos de conteúdo sobre comida geneticamente modificada elaboraram melhores refutações em comparação a grupos com dificuldades em conhecimentos básicos sobre o tema. De forma semelhante, Cebrián-Robles, Franco-Mariscal e Blanco-López (2018) enfatizam a necessidade de conhecimentos científicos específicos apropriados para o desenvolvimento de habilidades discursivas por parte de licenciandos, especialmente diante da necessidade de transferência dessas habilidades para os estágios curriculares supervisionados.

Considerando que argumentos orais em atividades coletivas podem ter estrutura e fundamentos melhores se comparados a argumentos escritos de forma

individual (BERLAND; MCNEILL, 2010), que habilidades argumentativas melhoram significativamente quando licenciandos têm familiaridade com os conteúdos (GROOMS; SAMPSON; ENDERLE, 2018; DEMIRAL; ÇEPNI, 2018; CEBRIÁN-ROBLES; FRANCO-MARICAL; BLANCO-LÓPEZ, 2018) e que as atividades ao longo da licenciatura não promovem necessariamente melhoria das habilidades argumentativas avaliadas por um questionário (AYDENIZ; OZDILEK, 2015), o presente artigo tem como objetivo discutir, por meio de dados obtidos em nosso estudo, as habilidades argumentativas desenvolvidas por um grupo de licenciandos em química de uma universidade pública do interior do estado de São Paulo que teve contato anterior com os conhecimentos sobre o tema. Realizou-se a avaliação das habilidades argumentativas desses licenciandos utilizando-se instrumentos avaliativos orais e escritos, cujos resultados formam discutidos à luz do referencial sociocultural, com o propósito de compreender de que maneira a argumentação científica pode ser desenvolvida na formação docente.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa parte de uma abordagem qualitativa do tipo estudo de caso. Para Yin (2016), a abordagem qualitativa possibilita estudar os significados, as opiniões e as perspectivas das pessoas nas condições da vida real, além de utilizar múltiplas fontes de evidência. No estudo de caso, de acordo com Flick (2009), o objetivo é a descrição dos aspectos relevantes de um caso, no sentido amplo da palavra, de forma a destacar ou esclarecer conhecimentos significativos para a área.

A pesquisa foi realizada com alunos de um curso de Química do interior do estado de São Paulo. O curso dispõe de duas modalidades, licenciatura e bacharelado. Os participantes da pesquisa eram alunos matriculados na disciplina de estágio curricular supervisionado do sétimo semestre do curso no ano de 2019.

Os estudantes entraram em contato com os conhecimentos sobre argumentação científica no ano anterior em uma disciplina teórica e teriam um aprofundamento e a aplicação de unidades didáticas sobre esse tema nos estágios. O primeiro contato que os participantes da pesquisa tiveram com o tema da argumentação foi em uma aula de 120 minutos no ano anterior, em que foram apresentados a importância e os fundamentos da argumentação, bem como o padrão de argumentação de Toulmin (TAP). Além disso, os estudantes realizaram atividades orais e escritas sobre a delimitação de cada um dos principais elementos desse padrão de argumentação (dados, justificativa e conclusão). Os dados apresentados neste artigo foram coletados a partir de questionários e entrevistas antes de os alunos terem o novo contato curricular com esse tema.

Os participantes da pesquisa foram 13 alunos dos 17 matriculados em disciplina de estágio curricular supervisionado, sendo a maioria do sexo feminino (4 do sexo masculino), com média de idade de 22 anos. A forma de seleção dos participantes foi o convite oral por parte do pesquisador responsável. Após o esclarecimento dos objetivos da pesquisa e das formas de coleta de dados, os estudantes que aceitaram participar assinaram um termo de consentimento esclarecido (TCLE), após a aprovação do projeto em Conselho de Ética em Pesquisa (CAAE 04897018.5.0000.5466, parecer 3.152.862).

Os instrumentos de coleta de dados foram um questionário de concepções prévias e uma entrevista semiestruturada, aplicados no início das atividades acadêmicas do semestre letivo. O questionário foi aplicado em formato impresso e a entrevista foi realizada individualmente e gravada em vídeo. Tanto o questionário quanto a entrevista incluíram questões sobre a percepção dos participantes a respeito da importância do conhecimento científico para sua formação cidadã e

também acerca dos elementos da argumentação científica. Neste artigo destacamos os conhecimentos apresentados pelos licenciandos a respeito da argumentação científica, especificamente no padrão de argumentação de Toulmin (TAP). Nesse sentido, são apresentadas as perguntas do questionário (Q) e da entrevista (E), no Quadro 1, cujos resultados são expostos e discutidos neste artigo:

Quadro 1: Perguntas do Questionário (Q) e Entrevista (E) destacados neste artigo.

Instr.	Pergunta
Q1	“O que é o modelo de argumentação de Toulmin? Quais são os elementos centrais do modelo de Toulmin?”
Q2	<p>“É comum que janelas de casas próximas à praia enferrujem mais facilmente do que de casas que estão mais distantes do litoral. Um fabricante de janelas pretende aumentar a qualidade das mesmas, prolongando o tempo de vida útil delas. Foram disponibilizados três tipos de metais:</p> $\text{Fe}^{+2} + 2\text{e}^{-} \text{-----} \rightarrow \text{Fe} \quad E^0 = -0,44\text{V}$ $\text{Co}^{+2} + 2\text{e}^{-} \text{-----} \rightarrow \text{Co} \quad E^0 = -0,28\text{V}$ $\text{Cu}^{+2} + 2\text{e}^{-} \text{-----} \rightarrow \text{Cu} \quad E^0 = 0,34\text{V}$ <p>Considerando apenas a futura oxidação do metal, qual dos metais seria o melhor para o fabricante utilizar, a fim de prolongar a vida útil das janelas? Argumente cientificamente e apresente a conclusão mais apropriada.”</p>
E1	A mesma de Q2, feita de maneira mais coloquial, apresentando ao participante apenas a tabela com as semirreações e potenciais padrão de redução do ferro, cobalto e cobre.

Fonte: os autores.

Para a organização e análise dos dados, as respostas dos questionários e as entrevistas foram transcritas. Os dados foram examinados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD). De acordo com esse modelo de análise de dados, realizou-se a unitarização dos textos em unidades de significado a partir do *corpus* (entrevistas e questionários), codificaram-se essas unidades de significados, agregaram-se os significados semelhantes e foram elaborados metatextos interpretativos (MORAES; GALIAZZI, 2006). As categorias utilizadas para codificar as unidades de significado foram estabelecidas *a priori*, sendo utilizado o padrão de Toulmin (TAP) para delimitar os elementos argumentativos dos participantes.

Também foram considerados os conhecimentos específicos sobre eletroquímica neste processo de codificação.

Nesse sentido, a pesquisa procurou verificar a presença de elementos TAP nas concepções dos licenciandos com relação à definição da estrutura argumentativa (Q1, quadro 1), a capacidade de resolver de forma escrita um problema teórico (Q2, quadro 1) e a capacidade de resolver de forma oral o mesmo problema teórico (E1, quadro 1). A presença ou a ausência de elementos de argumentação TAP nos discursos dos participantes, bem como os conhecimentos em eletroquímica, revelam interessantes aspectos sobre o domínio e a apropriação dessas ferramentas culturais, considerando sua estreita ligação com o conhecimento científico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta e a transcrição dos dados, foi realizada a sua análise. A apresentação e a discussão dos dados serão feitas com base nos resultados obtidos com Q1, Q2 e E1 (quadro 1). Como parte do processo de análise dos dados, a categorização dos resultados foi feita considerando que em Q1 havia apenas uma ferramenta cultural em foco, ou seja, os conhecimentos sobre a estrutura e definição conceitual da argumentação científica. Já no caso de Q2 e E1, havia duas ferramentas culturais a serem consideradas, sendo uma delas a própria argumentação científica e a outra os conhecimentos sobre eletroquímica.

Com isso, foram categorizados os resultados obtidos a partir de Q1 como domínio da única ferramenta cultural em grau alto, moderado, baixo ou nenhum. Já no caso de Q2 e E1, foi constatado que houve variados graus de domínio para ambas as ferramentas culturais, de modo que as categorizamos em grau alto em

ambas, alto para eletroquímica e moderado para TAP, baixo em uma delas, e nenhum em ambas. Na discussão dos dados, foram apresentados exemplos que mostram os casos de maior e menor domínio da ferramenta cultural, para TAP ou eletroquímica. Os resultados obtidos com a categorização dos dados podem ser apontados no Quadro 2.

Quadro 2: Resultados obtidos com as perguntas do quadro 1 e categorizadas com base no grau de domínio da(s) ferramenta(s) cultural(is).

Domínio (TAP)	Q1	Domínio (TAP/Eletroq.)	Q2 (res. papel)	E1 (res. oral)
Alto	-	Alto em ambas	2	3
Moderado	-	Alto eletroq., moderado TAP	3	5
Baixo	1	Baixo em uma delas	4	3
Nenhum	12	Nenhum em ambas	4	2

Fonte: os autores.

O quadro 2 mostra os resultados com a categorização dos dados obtidos por meio de Q1, Q2 e E1 (quadro 1). As duas primeiras colunas apresentam os resultados para Q1, enquanto as três últimas colunas mostram aqueles obtidos para Q2 e E1. Organizamos os dados dessa maneira por dois motivos. O primeiro se deve a uma circunstância do próprio processo de categorização, já que em Q1 havia apenas uma ferramenta cultural em foco (argumentação científica), o que impossibilitaria categorizar da mesma forma que Q2 e E1 (argumentação científica e eletroquímica). Já o segundo motivo liga-se a nossa intencionalidade de mostrar comparativamente os resultados obtidos com as três perguntas, uma vez que todas as respostas estão diretamente ligadas ao domínio da ferramenta cultural argumentação científica.

A partir do Quadro 2, é possível destacar que os licenciandos podem desenvolver e manter habilidades de argumentação, sem se lembrarem, no entanto, de seus elementos teóricos. Isso porque, ainda com base no quadro 2, os

licenciandos não se recordavam, em sua grande maioria, da definição ou dos elementos teóricos da TAP (Q1), mas demonstraram em grande medida domínio da ferramenta cultural TAP, em grau pelo menos moderado, na resolução de um problema de natureza teórica (5 em Q2 e 8 em E1).

Com isso, é pertinente inferir que a habilidade de argumentar cientificamente e de conhecer os elementos teóricos da TAP são relativamente independentes, apesar de estarem ligadas. A partir da concepção sociocultural, podemos reforçar que a argumentação científica se trata de uma ferramenta cultural complexa que envolve diversos elementos, em parte declarativos e em parte procedimentais, conforme já apontado na literatura (DUSCHL; OSBORNE, 2002). Este trabalho assinala a possibilidade de haver domínio sobre os procedimentos, mas não sobre os aspectos declarativos conceituais, de forma relativamente independente. No quadro 3, são apresentados exemplos das respostas obtidas em cada categoria.

Quadro 3. Respostas obtidas nas perguntas Q2 e E1, de acordo com as categorias de análise apresentadas no quadro 2.

Domínio (TAP/Eletróq.)	Respostas (Q2/E1)
Alto em ambas	<p>Estudante 1 (Q2) – <i>O melhor metal seria o cobre, uma vez que este apresenta o maior potencial de redução (Eº) dentre todos. Dessa forma, seria o que se oxidaria mais dificilmente e prolongaria mais a vida útil das janelas sem perder suas propriedades originais.</i></p> <p>Estudante 8 (E1) – <i>Ah tá, é de redução? Então o 34 tem maior... Então quanto mais alto, maior é a tendência a reduzir. Porque, por exemplo, no litoral tem a questão da maresia e se ele oxidar vai ter uma perda das propriedades do metal, então vai prejudicar. Seria o que tem menos tendência a oxidar... O cobre.</i></p>
Alto eletróq., moderado TAP	<p>Estudante 2 (Q2) – <i>Como o cobre tem um potencial de redução maior que os outros, ele irá oxidar mais demoradamente.</i></p> <p>Estudante 7 (E1) – <i>Cobre tem maior potencial de redução. Então vai ser mais difícil dele enferrujar. Eu falaria que entre esses três, para ele utilizar o cobre.</i></p>
Baixo em uma delas	<p>Estudante 4 (Q2) – <i>O cobre, pois quanto maior o potencial de oxidação, maior será a vida útil da janela. (obs: os potenciais eram de redução)</i></p> <p>Estudante 11 (E1) – <i>Eu acho que aqui entre os três, eu falaria até pela questão dentre o ferro, o cobalto e o cobre [...] Ah, porque os outros é mais fácil de oxidar [...] Cobre é mais nobre. (obs: o(a) estudante tem dificuldade em delimitar os dados, articular a justificativa e a conclusão).</i></p>
Nenhum em ambas	Estudantes 12 e 13 pediram para não responder E1 por sentirem dificuldade conceitual. Estudantes X, Y, Z não responderam Q2.

Fonte: os autores.

No Quadro 3, estão destacadas as respostas dos estudantes 1, 2, 7 e 8 que apresentaram domínio alto ou moderado da TAP na resolução do problema, mas que não responderam Q1 sobre os aspectos teóricos da TAP. Também destacamos um aspecto da entrevista do estudante 11, que demorou demasiadamente para elaborar as respostas, de maneira que foi necessário o entrevistador incentivar o estudante várias vezes com perguntas de sondagem.

Com isso, é possível ainda destacar que a ferramenta cultural TAP é observada de forma mais clara nos discursos dos licenciandos quando articulada

com conhecimentos científicos específicos, que são, eles mesmos, também ferramentas culturais. O fato de os conhecimentos de conteúdos melhorarem a habilidade de argumentação de estudantes já está amplamente destacado na literatura (JIN; KIM, 2021; NOVIYANTI *et al.*, 2019; GROOMS; SAMPSON; ENDERLE, 2018; DEMIRAL; ÇEPNI, 2018; CEBRIÁN-ROBLES; FRANCO-MARISCAL; BLANCO-LOPÉZ, 2018) e é reforçado em nosso trabalho. Nesse sentido, a avaliação sobre o desenvolvimento de habilidades argumentativas deve estar sempre ligada a conhecimentos científicos, pois a ferramenta cultural TAP acaba sendo, em grande parte, dependente das ferramentas culturais de conteúdos científicos.

Ponderando que os participantes tiveram apenas um contato mais teórico com a TAP e muito contato com os conhecimentos científicos, é possível destacar a ausência e o baixo domínio da(s) ferramenta(s) cultural(is) no Quadro 2, contando 13 estudantes em Q1, 8 em Q2 e 5 em E1. O quadro 3 ainda evidencia o tipo de discurso desenvolvido por alunos com baixo grau de domínio dessas ferramentas culturais, já que vários alunos não responderam às perguntas. Com isso, destaca-se que o curso, por si só, sem a intencionalidade de desenvolver TAP, pode não promover as habilidades mínimas de argumentação necessárias, conforme já destacam Aydeniz e Ozdilek (2015).

Por um lado, um pequeno contato com a TAP e um grande contato com disciplinas de conteúdos possibilitou o domínio da TAP por parte considerável da turma, especialmente se observados os resultados de E1 (quadro 2). Por outro lado, muitos estudantes também não desenvolveram as habilidades mínimas de argumentação. Este resultado é importante porque aponta a necessidade de reflexão sobre o papel de disciplinas teóricas e práticas na formação docente. Tendo em vista a quantidade de disciplinas destinadas à formação docente, a carga

horária e os espaços físicos disponíveis, bem como a necessidade de apresentar e realizar atividades com diversas concepções e ferramentas de ensino, a formação inicial docente pode, por fim, ficar comprometida. Neste caso em específico, o tema da argumentação voltaria a ser trabalhado de maneira teórica e prática em disciplinas de estágios curriculares supervisionados, o que possibilitaria a sedimentação dessas concepções por parte dos licenciandos. Esse tópico será tratado em outro artigo.

Uma vez que houve expressiva melhora na argumentação dos participantes na comparação entre Q2 e E1 (Quadro 2), é importante destacar que a habilidade em argumentar de forma oral deve ser levada em consideração na avaliação de habilidades argumentativas, conforme já apontado por Berland e McNeill (2010). A partir disso, ressalte-se a necessidade de diversificação das formas de exercício e avaliação na graduação, sem se descuidar, porém, do incentivo à prática da escrita, tão importante para exercer a cidadania.

Por fim, é importante realçar que, no Quadro 2, apenas dois dos treze participantes responderam Q1, sendo que um deles respondeu incorretamente a ambas as perguntas e ou outro acertou apenas uma. Isso não demonstrou falta de engajamento dos participantes nas atividades, mas falta de conhecimentos básicos sobre os aspectos teóricos e estruturais do TAP. De fato, esta foi a única questão deixada em branco pela maioria dos participantes, resultado esse que era esperado, pois os participantes haviam entrado em contato com esse tema já fazia um ano. Além disso, muitos licenciandos apresentaram pouco ou nenhum conhecimento sobre eletroquímica, conforme evidenciado em Q2 e E1 (Quadro 2). Neste caso, alguns licenciandos não haviam cursado a disciplina de graduação sobre o tema ou admitiram ter dificuldades conceituais no que concerne ao assunto, conforme

relatado nas entrevistas. Tendo em vista a formação científica em Química destes alunos, a eletroquímica está dentro do que pode ser considerado como Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), de forma que pode ser desenvolvida em outras oportunidades. Diferentemente da TAP, que precisa ser intencionalmente ensinada na graduação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foram apresentados resultados que enfatizam a natureza complexa da ferramenta cultural TAP, neste caso articulada com conhecimentos específicos de eletroquímica. Apontamos, como principal resultado, a possibilidade de domínio desta ferramenta cultural na resolução de exercícios e de não desenvolvimento de domínio das definições e dos conceitos teóricos. Esses resultados se relacionam a um amplo contato com os conhecimentos de conteúdos químicos e também de um breve contato com a TAP no ano precedente. Assim, a ferramenta cultural TAP parece apresentar uma grande complexidade e, por conseguinte, sua compreensão mais profunda deve requerer maiores subsídios teóricos e experimentais.

Enfatizam-se ainda resultados já obtidos anteriormente na literatura da área, como a íntima dependência da TAP de conteúdos científicos e a possibilidade de os argumentos apresentados de forma oral terem melhor estrutura se comparada a de argumentos escritos.

A partir do principal resultado do artigo, emerge a viabilidade de análise da articulação entre conhecimentos, de natureza profundamente epistemológica. O próprio James Wertsch (2008), em suas discussões sobre a natureza dos processos que envolvem a fala, aponta para referenciais teóricos que subsidiaram seu

trabalho, entre eles a filosofia de Wittgenstein (2008), o que pode amparar mais estudos sobre a TAP. Nesse sentido, abre-se uma possibilidade de aprofundamento do estudo dos processos de elaboração de significados observando de que maneira os conhecimentos como a argumentação científica se articulam com os conhecimentos básicos de ciências.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos licenciandos que participaram voluntariamente nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ACAR, Omer; TURKMEN, Lutfullah; ROYCHOUDHURY, Anita. Student difficulties in socio-scientific argumentation and decision-making research findings: Crossing the borders of two research lines. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 9, p. 1191-1206, 2010.
- ALLCHIN, Douglas; ZEMPLÉN, Gábor Á. Finding the place of argumentation in science education: Epistemics and Whole Science. **Science Education**, v. 104, n. 5, p. 907-933, 2020.
- AYDENIZ, Mehmet; OZDILEK, Z. Assessing Pre-Service Science Teachers' Understanding of Scientific Argumentation: What Do They Know about Argumentation after Four Years of College Science?. **Science Education International**, v. 26, n. 2, p. 217-239, 2015.
- BAYRAM-JACOBS, Durdane; HENZE, Ineke; EVAROGOU, Maria; SHWARTZ, Yael; ASCHIM, Elin Leirvoll; ALCARAZ-DOMINGUEZ, Silvia; BARAJAS, Mario; DAGAN, Ety. Science teachers' pedagogical content knowledge development during enactment of socioscientific curriculum materials. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 56, n. 9, p. 1207-1233, 2019.
- BERLAND, Leema K.; MCNEILL, Katherine L. A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. **Science Education**, v. 94, n. 5, p. 765-793, 2010.
- CARLSEN, Martin. Appropriating geometric series as a cultural tool: a study of student collaborative learning. **Educational Studies in Mathematics**, v. 74, n. 2, p. 95-116, 2010.
- CEBRIÁN-ROBLES, Daniel; FRANCO-MARISCAL, Antonio-Joaquín; BLANCO-LÓPEZ, Ángel. Preservice elementary science teachers' argumentation competence: impact of a training programme. **Instructional Science**, v. 46, n. 5, p. 789-817, 2018.
- CETIN, Pinar Seda. Explicit argumentation instruction to facilitate conceptual understanding and argumentation skills. **Research in Science & Technological Education**, v. 32, n. 1, p. 1-20, 2014.
- CRISWELL, Brett A.; RUSHTON, Gregory T.; SHAH, Lisa. Exploring the form and the function: A review of science discourse frameworks in the service of research and practice. **Research in Science Education**, v. 51, n. 1, p. 209-224, 2021.
- DEMIRAL, Ümit; ÇEPNI, Salih. Examining argumentation skills of preservice science teachers in terms of their critical thinking and content knowledge levels: An example using GMOs. **Journal of Turkish Science Education**, v. 15, n. 3, p. 128-151, 2018.
- DUSCHL, Richard A.; OSBORNE, Jonathan. Supporting and promoting argumentation discourse in science education. **Studies in Science Education**, v. 38, p. 39-72, 2002.
- ERDURAN, Sibel; OZDEM, Yasemin; PARK, Jee-Young. Research trends on argumentation in science education: a journal content analysis from 1998–2014. **International Journal of STEM Education**, v. 2, n. 1, p. 1-12, 2015.
- FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GONZÁLEZ-HOWARD, María; MCNEILL, Katherine L. Acting with epistemic agency: Characterizing student critique during argumentation discussions. **Science Education**, v. 104, n. 6, p. 953-982,

2020.

GROOMS, Jonathon; SAMPSON, Victor; ENDERLE, Patrick. How concept familiarity and experience with scientific argumentation are related to the way groups participate in an episode of argumentation. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 55, n. 9, p. 1264-1286, 2018.

JIN, Qingna; KIM, Mijung. Elementary students' epistemic understandings in their classroom scientific argumentation. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 21, n. 3, p. 553-570, 2021.

KAYA, Ebru. Argumentation Practices in Classroom: Pre-service teachers' conceptual understanding of chemical equilibrium. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 7, p. 1139-1158, 2013.

KUTLUCA, Ali Yiğit. An investigation of elementary teachers' pedagogical content knowledge for socioscientific argumentation: The effect of a learning and teaching experience. **Science Education**, v. 105, n. 4, p. 743-775, 2021.

LIN, Tzung-Jin; LIN, Tzu-Chiang; POTVIN, Patrice; TSAI, Chin-Chung. Research trends in science education from 2013 to 2017: A systematic content analysis of publications in selected journals. **International Journal of Science Education**, v. 41, n. 3, p. 367-387, 2019.

LOURENÇO, Ariane Baffa; FERREIRA, Jerino Queiroz; QUEIROZ, Salette Linhares. Licenciandos em Química e argumentação científica: tendências nas ações discursivas em sala de aula. **Química Nova**, v. 39, p. 513-521, 2016.

MANZ, Eve. Representing student argumentation as functionally emergent from scientific activity. **Review of Educational Research**, v. 85, n. 4, p. 553-590, 2015.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v.12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MORRIS, Bradley; CROKER, Steve; ZIMMERMAN, Corinne; GILL, Devin; ROMIG, Connie. Gaming science: the “Gamification” of scientific thinking. **Frontiers in psychology**, v. 4, p. 607, 2013.

NOVIYANTI, Nurul Ika; MUKTI, Windy Rosyadah; YULISKURNIAWATI, Irma Dahlia; MAHANAL, Susriyati; ZUBAIDAH, Siti. Students' scientific argumentation skills based on differences in academic ability. In: **Journal of Physics: Conference Series**. IOP Publishing, 2019. p. 012034.

OZDEM, Yasemin; ERTEPINAR, Hamide; CAKIROGLU, Jale; ERDURAN, Sibel. The nature of pre-service science teachers' argumentation in inquiry-oriented laboratory context. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 15, p. 2559-2586, 2013.

PEREIRA, Alexsandro. Explanations as cultural tools in science education. **Cultural Studies of Science Education**, p. 1-21, 2022.

POLMAN, Joseph L.; PEA, Roy D. Transformative communication as a cultural tool for guiding inquiry science. **Science Education**, v. 85, n. 3, p. 223-238, 2001.

QUINLAN, Catherine L. Analysis of preservice teachers' lesson plans to determine the extent of transfer of argumentation. **International Journal of Science Education**, v. 42, n. 7, p. 1207-1223, 2020.

RAHAYU, Sri; BAMBUT, Klaudia EN; FAJAROH, Fauziatul. DO DIFFERENT DISCUSSION ACTIVITIES IN DEVELOPING SCIENTIFIC ARGUMENTATION AFFECT STUDENTS' MOTIVATION IN CHEMISTRY?. **Jurnal Cakrawala Pendidikan**, v. 39, n. 3, p. 679-693, 2020.

RAPANTA, Chrysi; GARCIA-MILA, Merce; GILABERT, Sandra. What is meant by argumentative competence? An integrative review of methods of analysis and assessment in education. **Review of Educational Research**, v. 83, n. 4, p. 483-520, 2013.

SALLOUM, Sara. Intertextuality in science textbooks: implications for diverse students' learning. **International Journal of Science Education**, v. 43, n. 17, p. 2814-2842, 2021.

SHULMAN, L. S. Those who understand: A conception of teacher knowledge. **American Educator**, v. 10, n. 1, p. 9, 1986.

TABAK, Iris. Synergy: A complement to emerging patterns of distributed scaffolding. **The journal of the Learning Sciences**, v. 13, n. 3, p. 305-335, 2004.

TABAK, Iris; BAUMGARTNER, Eric. The teacher as partner: Exploring participant structures, symmetry, and identity work in scaffolding. **Cognition and Instruction**, v. 22, n. 4, p. 393-429, 2004.

TANG, Kok-Sing. Material inquiry and transformation as prerequisite processes of scientific argumentation: Toward a social-material theory of argumentation. **Journal of Research in Science Teaching**, 2022.

TANG, Xiaowei; LEVIN, Daniel M.; CHUMBLEY, Alexander K.; ELBY, Andrew. Arguing about argument and evidence: Disagreements and ambiguities in science education research and practice. **Science Education**, v. 106, p. 185-311, 2022.

VIGOTSKI, Lev S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

WITTGENSTEIN, Ludwig. **Investigações filosóficas**. 5ª ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

YIN, Robert K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.