

ANÁLISE DE UMA PROPOSTA DE ENSINO DE QUÍMICA BASEADA NA ESPIRAL CONSTRUTIVISTA: CONTRIBUIÇÕES PARA A ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA

Analysis of a chemistry teaching proposal based on the constructivist spiral: contributions to scientific argumentation

Nelson Nunes da Silva Lopes Júnior [nelsonlopes_20@hotmail.com]

Jerino Queiroz Ferreira [jerino@ufpi.edu.br]

Luciana Nobre de Abreu Ferreira [luciananobre@ufpi.edu.br]

Programa de Pós-Graduação em Química

Universidade Federal do Piauí

Campus Petrônio Portela, Teresina, Piauí, Brasil.

Recebido em: 31/03/2024

Aceito em: 18/10/2024

Resumo:

No presente trabalho exploramos o funcionamento da Metodologia Ativa (MA) de aprendizagem conhecida como Espiral Construtivista (EC). Esta abordagem se baseia em teorias construtivistas de educação, utilizando disparadores de aprendizagem para fomentar discussões em ambientes educacionais. Nossa investigação visa avaliar os fundamentos e conceitos introduzidos por meio do modelo argumentativo proposto por Clark e Sampson (2008). Com base nisso, partimos do princípio de que empreender intervenções didáticas utilizando-se a EC como norteadora de discussões pode contribuir para a promoção de argumentos de caráter científico no ensino superior. Desse modo, nos dedicamos a analisar discussões assíncronas de graduandos em Ciências da Natureza, ocorridas por meio de fóruns de discussão *online* no contexto de uma disciplina de Metodologia do Ensino de Ciências Naturais, na resolução de casos investigativos ilustrados. Pela análise pudemos inferir que práticas argumentativas foram consideravelmente estimuladas diante do contexto didático traçado. Embora tenhamos identificado uma qualidade de fundamentos inferior ao esperado, consideramos positivos os resultados da qualidade conceitual apresentados, com a presença de concepções normativas e multinormativas, demonstrando que atividades investigativas pautadas na EC oportunizam a produção de argumentos coerentes com a linguagem científica e com o desenvolvimento de uma investigação.

Palavras-chave: argumentação; casos investigativos; espiral construtivista; ensino superior de química.

Abstract

In this study, we investigate the functioning of the Active Methodology (AM) of learning known as the Constructivist Spiral (CS). This approach is based on constructivist theories of education, utilizing learning triggers to foster discussions in educational environments. Our research aims to evaluate the foundations and concepts introduced through the argumentative model proposed by Clark and Sampson (2008). Based on this, we assume that undertaking didactic interventions using CS as a guide for discussions can contribute to the promotion of scientific arguments in Higher Education. In this way, we analyzed asynchronous on-line discussions of undergraduate students in Natural Sciences, in the context of a discipline Methodology for Teaching Natural Sciences, for the resolution of illustrated investigative cases, from the perspective of the model argument proposed by Clark and Sampson (2008). Through the analysis, we were able to infer those argumentative practices were considerably stimulated in the face of the didactic context outlined. Regarding the assessment of conceptual quality and foundations, although we identified a quality of foundations lower than expected, we consider the results of conceptual quality presented to be positive, with the

presence of normative and nuanced conceptions, demonstrating that investigative activities based on the CS provide opportunities to produce arguments coherent with the scientific language and with the development of an investigation.

Keywords: argumentation; investigative cases; constructivist spiral; undergraduate chemistry teaching.

1 Introdução

As transformações sociais, econômicas, políticas, culturais e tecnológicas das últimas décadas têm impactado de forma significativa a vida das pessoas, as relações estabelecidas entre elas, o mundo do trabalho e, por consequência, o ensino. Este último talvez seja o que mais tenha sido “sacudido”, dada a solidez histórica de sua estrutura (Diesel et al., 2017).

No contexto atual, repleto de tecnologias, as informações têm se difundido tornando-se cada vez mais alcançáveis. Com essas alterações instituiu-se um paradigma inovador que, diferente do paradigma tradicional, requer do indivíduo capacidades humanas de sentir, pensar e agir de forma cada vez mais profunda e ampla, comprometido com as questões do entorno em que vive (Berbel, 2011). Porém, pesquisas que investigam o discurso de turmas de ciências demonstram que as discussões em sala de aula são dominadas por uma estrutura centrada no professor. Nesse cenário, é perceptível a necessidade de adoção de metodologias de ensino que, além de colocar o aluno como protagonista no processo de ensino-aprendizagem, promova sua autonomia intelectual de modo a ser capaz de resolver problemas, articular saberes, defender um ponto de vista, contestar ideias, ou seja, argumentar (Almeida, 2016; Souza, 2017).

Em se tratando das Ciências Naturais, especificamente a Química, empregar metodologias que incentivem práticas argumentativas constitui-se como fundamental para o entendimento desta ciência, visto que tais práticas auxiliam na compreensão do conhecimento científico, ponto determinante quando se trata de uma ciência que aborda a matéria e suas transformações (Sasseron & Carvalho, 2013).

É nessa perspectiva que surgem as Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA ou MA) que, de modo geral, são práticas que favorecem o aprimoramento da capacidade crítica e reflexiva do discente, proporcionando seu engajamento no processo educacional. Esse novo modelo propõe-se a possibilitar: (1) evolução do raciocínio e da capacidade argumentativa para intervenção na própria realidade; (2) aproximação da aprendizagem a situações concretas do cotidiano; (3) proatividade, à medida que os educandos se comprometem com o processo educacional; (4) cooperação e colaboração (Lima, 2017).

Espiral Construtivista, Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning* - PBL), Problematização, Aprendizagem Baseada em Equipes, Aprendizagem Baseada em Projetos, Instrução por Pares, Sala de Aula Invertida, Simulação, são exemplos de metodologias deslocadas do enfoque individual e que adotam características que permitem ao aluno ser protagonista ao longo do processo educacional, possuindo cada uma delas suas particularidades e enfoques específicos, porém convergem para um ponto em comum, a base no modelo construtivista de ensino (Santos, 2015).

Hoje, as MA têm sido difundidas em universidades estrangeiras e constituído um marco diferencial em instituições brasileiras, principalmente em cursos de ensino superior da área da saúde, que inseriram este referencial em sua organização metodológica. Essas instituições podem contribuir significativamente nessa transição entre ensino tradicional e novas metodologias, conforme utilizem ferramentas condizentes com o perfil do egresso almejado que deve, dentre

diversas características propostas no Parecer CNE/CES nº 583/2001 (2001) que define as Diretrizes Curriculares Nacionais, ser profissional capaz de atender às demandas da sociedade exercendo atuação reflexiva, crítica e criativa na identificação e resolução de problemas (Gemignani, 2012).

É nesse contexto que destacamos a Espiral Construtivista (EC), metodologia ativa originada de experiências desenvolvidas por Valéria Lima enquanto docente, a partir de interpretações de uma pesquisa sobre Aprendizagem Baseada em Problemas realizada por ela em um currículo de medicina. As premissas da EC partem do uso de disparadores de aprendizagem, aliados a um contexto, como forma de instigar o caráter investigativo do aluno. Tais disparadores se diferenciam de outras estratégias por adotarem uma proposta de problema abrangente capaz de gerar curiosidade, inquietude ou desconforto perante a necessidade de mudanças frente à situação exposta (Lima, 2017).

Diante deste cenário, partimos do pressuposto de que implementar intervenções didáticas utilizando a EC como guia para discussões pode contribuir para fomentar argumentos de natureza científica no ensino superior. Com o objetivo de contribuir para a produção de conhecimento nesta área, neste estudo, nos dedicamos a investigar o funcionamento de uma Metodologia Ativa (MA) de aprendizagem, a Espiral Construtivista (EC). Esta abordagem se baseia em teorias construtivistas de educação e utiliza disparadores de aprendizagem para estimular discussões em ambientes educacionais, enquanto avaliamos os princípios e conceitos apresentados através do modelo argumentativo de Clark e Sampson (2008).

2 Fundamentação Teórica

A espiral construtivista é uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem problematizadora. No Brasil, desde 2004 vem sendo utilizada em iniciativas educacionais em cursos de graduação, como medicina (UFSCar, 2007) e terapia ocupacional (Barba et al., 2012); capacitação de profissionais (IEP/HSL, 2009); em cursos de especialização (Lima et al., 2015) e em programas de pós-graduação *strictu sensu* (Lima et al., 2014; Padilha, 2014).

Lima (2017) se utiliza do formato de uma espiral, pois tal figura representa movimentos contínuos, recursivos, inacabados e incompletos. Seu símbolo tem estrutura aberta, dando a ideia de continuidade. Empregada desde a cultura celta, a espiral traduz, simbolicamente, forças transformadoras ou opostas. Como toda espiral, ela tem um ponto inicial, focal, e um ponto final indefinido, que pode ser expresso, por exemplo, como um objetivo, sendo este provavelmente impossível de ser atingido, mas que mantém a espiral em ação produzindo crescentes níveis de aprendizagem e de compreensão (Morán, 1995; Valente, 2005; Lima, 2017).

O modelo incorpora concepções construtivistas da educação, baseando-se nas ideias de teóricos como Dècroly (1871-1932), quanto ao princípio da globalização; Ausubel (1918-2008), em relação à identificação de conhecimentos prévios; e Vygotsky (1896-1934), no que se refere à teoria sociointeracionista. Agrega também os sete passos da Aprendizagem Baseada em Problemas, segundo Schmidt (1983); e o Método do Arco, de Charles Magueres, do qual se conhece o esquema apresentado por Bordenave e Pereira (1989) para compor seus fundamentos teóricos (Lima, 2017).

A metodologia da EC baseia-se na utilização de disparadores de aprendizagem, que são situações utilizadas como ponto de partida para a investigação. Esses disparadores podem ser: (1) situações-problema elaboradas por docentes; (2) narrativas de prática elaboradas pelos educandos; (3) produtos sistematizados a partir da atuação dos educandos em cenários reais ou simulados. Essa variedade permite trabalhar o processo de ensino-aprendizagem com base em diferentes concepções, além de empregar uma amplitude que contempla: (1) situações mais estruturadas e controladas, como as situações-problema; (2) situações semiestruturadas, como as simulações; e (3) situações pouco controladas, como as narrativas ou produtos elaborados a partir da atuação em

cenários reais (Lima, 2017). A EC é composta de seis movimentos, por assim dizer, em alusão à espiral (Figura 1):

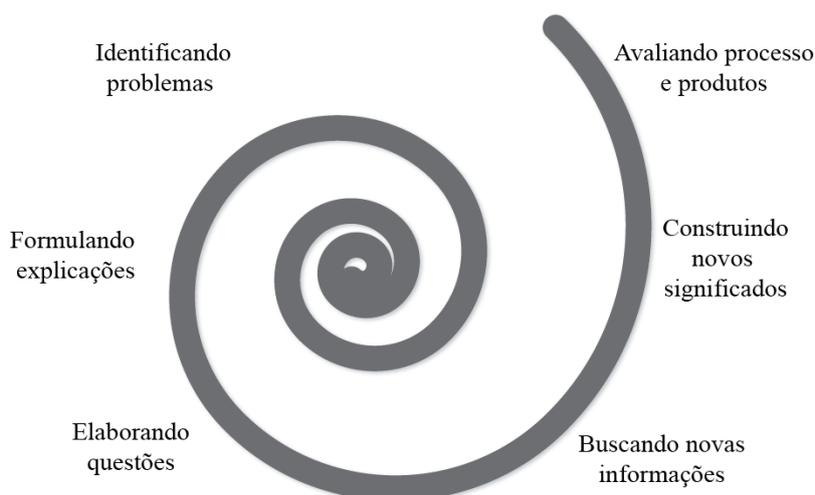


Figura 1. Representação esquemática da Espiral Construtivista.

Fonte: Traduzido e adaptado de Lima (2001).

Lima (2017) denomina os três primeiros movimentos – identificação de problemas (1), formulação de explicações (2) e elaboração de questões de aprendizagem (3) – como “síntese provisória”, representando o momento de se obter uma visão inicial e global da realidade. Aos três movimentos finais – busca por novas informações (4), construção de novos significados (5) e avaliação (6) – a autora os intitula como uma “nova síntese”, correspondendo aos momentos de reconstrução dos saberes, à luz das evidências científicas com base em síntese e análise. Cada um desses movimentos corresponde a um momento específico possuindo suas características e aprendizados como demonstrados na Quadro 1 a seguir:

Quadro 1. Movimentos, características e aprendizado da metodologia Espiral Construtivista

Movimento	Característica	Aprendizado
Identificando problemas	Reconhecer os problemas propostos utilizando como base o conhecimento prévio do educando.	Ativação dos conhecimentos prévios.
Formulando explicações	Reconhecer as racionalidades e os sentimentos associados, pelos participantes, aos problemas identificados formulando-se hipóteses.	- Elaboração preliminar de novas informações. - Motivação para a aprendizagem.
Elaborando questões	Representar as necessidades de aprendizagem dos educandos.	Motivação para a aprendizagem.
Buscando novas informações	Buscar por informações em fontes sólidas e confiáveis que possam auxiliar na resolução do disparador.	Desenvolvimento de capacidades para a busca de conhecimento.
Construindo novos significados	Confrontar os saberes prévios e as novas informações.	Reformulação, sistematização e elaboração dos conhecimentos formando interligações.

Avaliando processo e produtos	Avaliar por parte dos educandos o processo, os seus pares e o facilitador bem como fazer uma autoavaliação.	Melhoria ou ampliação das capacidades para aprender.
-------------------------------	---	--

Fonte: Adaptado de Lima (2017).

Dentre as características apresentadas é relevante destacar o potencial da EC em promover a argumentação, sobretudo no ensino de ciências, por se tratar de uma metodologia problematizadora investigativa. Esse aspecto torna-se relevante em razão do que é citado por Santos (2020, p.16)

(...) atividades investigativas propiciam meios para o surgimento de práticas epistêmicas, práticas essas que referem-se a atividades sociais envolvidas na produção, avaliação e comunicação do conhecimento e que no âmbito da pesquisa presume direcionar o olhar para o discurso dos alunos quando envolvidos em atividades de investigação durante as aulas. (Santos, 2020, p. 16).

Após duas buscas frustradas por publicações sobre a EC em periódicos, foi realizada uma pesquisa na plataforma *Google Acadêmico* sobre a temática, no período 2010-2020 utilizando-se de termos como Espiral Construtivista (*constructivist spiral*), metodologias ativas (*active methodologies*), aprendizagem ativa (*active learning*), disparadores de aprendizagem, entre outros, para o reconhecimento dos artigos. Dessa forma, foram identificadas nove publicações acerca do objeto em questão, estando todas relacionadas à área de ciências da saúde. Com isso, pode-se constatar uma escassez de publicações acerca do modelo na área de o ensino de ciências tendo em vista o potencial agregador que a proposta possibilita.

Dentre as características relevantes das publicações, destacam-se a utilização da EC aliada a uma ou mais metodologias de ensino, que vão desde métodos com atributos interacionistas até metodologias mais individualistas, o uso recorrente de situações-problemas como disparadores de aprendizagem e a ausência de publicações que relacionem a EC à promoção da argumentação.

Quanto aos artigos que tratam da abordagem no ensino, o trabalho de Cesário et al. (2018) relata o uso da metodologia em um mestrado acadêmico interdisciplinar destacando, ao final, que o uso da EC oportunizou novos conhecimentos e atitudes frente à busca pelo aprendizado, vivência de emoções e criação de laços de afinidade nos discentes.

Em um contexto na área de ciências da saúde, Lemos (2019) descreve o modelo como enriquecedor, pois favoreceu uma aprendizagem significativa, interagindo os conhecimentos prévios aos conhecimentos novos, de maneira substantiva, crítico-reflexivo e não arbitrária, após aplicação da metodologia em um curso Aperfeiçoamento em Processos Educacionais na Saúde. A autora também pontua que a proposta permite juntarmos o conhecimento científico apresentado pelos discentes, suplantando algumas incertezas do conhecimento prévio e alicerçando outras.

Quanto a argumentação, de acordo com levantamento realizado por Porto e Queiroz (2021), volume expressivo de publicações envolvendo o tema tem sido publicado no ensino de ciências desde a década de 1990. Para esta publicação foi realizada uma atualização a revisão realizada por Paz (2015) em que se utilizou do indicativo Qualis/CAPES quadriênio 2013-2016 como forma de selecionar os periódicos, delimitamos o período 2016-2020, sendo possível identificar 31 publicações, em âmbito nacional e internacional, sobre argumentação no ensino de química, em um universo de 41 periódicos. Apesar de a EC não ser identificada como metodologia utilizada nos trabalhos analisados, oito artigos têm relação direta com o uso de metodologias ativas de ensino, além de 18 publicações estarem atreladas a contextos investigativos.

Dessa forma, compreendemos a necessidade de pesquisas que explorem a metodologia da EC no ensino de química como meio de promover argumentação, diante das características e pressupostos apresentados relevantes a um ensino transformador por meio da investigação, aspecto esse pertinente se considerarmos a química como ciência investigativa.

3 Percurso metodológico

3.1 Contexto de estudo da coleta de dados

O presente trabalho consiste em um recorte a uma pesquisa mais extensa desenvolvida pelos autores. A pesquisa em questão apresenta caráter qualitativo por tratar-se de um estudo de caso. Quando abordado sob a perspectiva de modalidade de pesquisa o estudo de caso é compreendido como uma metodologia ou como a escolha por um objeto de estudo determinado pelo interesse em casos individuais. Tal estudo destina-se à investigação de um caso específico, contextualizado em lugar e tempo para que seja capaz de se desenvolver uma busca detalhada de informações (Ventura, 2007).

A proposta de intervenção baseada na EC foi desenvolvida no contexto da disciplina Metodologia do Ensino de Ciências Naturais, oferecida ao curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, da Universidade Federal do Piauí, no período letivo 2020.1, contando com a participação de 10 estudantes.

3.2 Construção e caracterização dos casos investigativos

A pesquisa desenvolveu-se em torno da aplicação de dois casos investigativos ilustrados como disparadores de aprendizagem, ocorrendo em parceria com o professor responsável pela disciplina. O primeiro faz referência ao que ficou conhecido como Caso Backer¹ (Caso Investigativo 1), investigação ocorrida no sudeste do Brasil em que se buscou identificar as causas de uma suposta síndrome nefroneural, inicialmente tratada como "doença misteriosa do Buritis", que vitimou 10 pessoas e deixou 16 pessoas com sequelas graves. O segundo caso foi inspirado na história de Hannah Powell² (Caso Investigativo 2), jovem de 23 anos que perdeu a visão ao ingerir um drink com vodka adulterada. Ambos os casos estão disponíveis integralmente no material suplementar deste manuscrito.

O estudo de casos investigativos identifica-se como uma abordagem na qual são aplicadas narrativas (casos) relativas a dilemas experienciados por indivíduos que necessitam tomar decisões importantes acerca de questões estabelecidas (Sá & Queiroz, 2010; Sá et al., 2014; Sacchi & Queiroz, 2020). Nesse contexto, a opção por essa abordagem ocorre por se estabelecer como uma perspectiva apropriada para a promoção da argumentação em situações de ensino, de maneira que incentiva debates em torno de questões científicas e sociocientíficas existentes nos episódios apresentados (Sá et al, 2014).

A elaboração de disparadores na forma de casos investigativos justifica-se por uma série de fatores: (1) enquadram-se no conceito amplo de situação-problema proposto por Lima (2017); (2) constituem-se como um modelo com referenciais sólidos de bases bem definidas, ideal para a promoção de discussões acerca de questões científicas e sociocientíficas; (3) possibilidade de uso em recortes aliado a contextos.

¹ O que se sabe sobre a síndrome nefroneural que matou uma pessoa em MG, disponível em: [O que se sabe sobre síndrome nefroneural que matou uma pessoa em MG | Minas Gerais | G1 \(globo.com\)](https://g1.globo.com/mg/noticia/2020/09/01/o-que-se-sabe-sobre-sindrome-nefroneural-que-matou-uma-pessoa-em-mg-mg-minas-gerais-g1.globo.com), Acesso em: Out. 2020.

² Como um drinque me deixou cega, disponível em: ['Como um drinque me deixou cega' - BBC News Brasil](https://www.bbc.com/portuguese/brasil-56121211), Acesso em: Out 2020.

3.3 Instrumentos de coleta de dados

No primeiro momento de realização da intervenção, foi proposta aos participantes a resolução de dois questionários via formulário *Google Forms*, um para caracterização dos sujeitos, e outro para identificação de conhecimentos prévios sendo este elaborado a fim de identificar o conhecimento dos sujeitos acerca de assuntos envolvendo a temática abordada, como os efeitos do consumo de bebidas alcoólicas e os conceitos científicos necessários à compreensão do tema.

Em um segundo momento, foi exibido um vídeo animado relativo à temática bebida alcoólica. O vídeo intitulado “Uma breve história do álcool” (“*A brief history of alcohol*”³) foi desenvolvido pela entidade TED-Ed (*Technology, Entertainment, Design – Education*) e disponibilizado na plataforma *Youtube*.

Os alunos foram, em seguida, divididos em grupos pelo professor, bem como a cada um dos membros foram atribuídos papéis específicos (mediador, redator e relator) como forma de assegurar a participação ativa de todos os envolvidos. Uma vez definidos os grupos, o passo seguinte foi distribuir, por meio de sorteio, os casos investigativos entre os grupos. Assim, os grupos A e C ficaram responsáveis por solucionar o Caso Investigativo 1, enquanto os grupos B e D pelo Caso Investigativo 2.

Em sequência, os estudantes foram comunicados da abertura dos fóruns de discussão no Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA UFPI), correspondendo ao momento assíncrono da intervenção. Nesse ponto, os discentes foram instruídos a resolverem os casos com base nas etapas da EC de identificação do problema, formulação de explicações, elaboração de questões, busca por novas informações e construção de novos significados, deixando a etapa de avaliação de processos e produtos para um momento posterior, ocasião em que ocorreu uma discussão síncrona sobre as propostas de resolução para os casos.

Devido a dificuldades observadas ao longo das interações nos fóruns, fez-se necessário reservar um momento síncrono para a apresentação das etapas de uma investigação policial real, a fim de utilizá-la como modelo para a promoção de uma discussão sobre os mecanismos mais adequados na análise de evidências e identificar as direções para a resolução de um caso. Para tanto, tomou-se como exemplo uma investigação conhecida como Caso Isabele⁴, episódio ocorrido na região centro-oeste do Brasil, relativo à morte de uma jovem de 14 anos na casa de uma amiga por arma de fogo. A proposta foi toda desenvolvida em torno das etapas da EC.

O último momento correspondeu à socialização, por meio de discussões síncronas, das soluções encontradas e, como encerramento das atividades, foram apresentadas pelo pesquisador sugestões de resolução para os casos investigativos. Vale destacar que, ao longo do processo, como parte das atividades concernentes à disciplina, os alunos deveriam elaborar um diagrama heurístico e preencher diários de bordo indicando os procedimentos realizados para a resolução do problema.

A partir do percurso metodológico adotado, o seguinte conjunto de dados foi coletado: diagrama heurístico, registros nos fóruns de discussão, diários de bordo e gravação das discussões síncronas em vídeo a respeito das soluções para os problemas. Para o presente manuscrito, será apresentada a análise dos registros nos fóruns de discussão de dois grupos, designados a solucionar

³ *A brief history of alcohol*, disponível em: [A brief history of alcohol - Rod Phillips - YouTube](#), Acesso em: Out. 2020.

⁴ Adolescente mata amiga com tiro acidental após pegar arma do pai em condomínio de luxo em Cuiabá, diz PM, disponível em: [Adolescente mata amiga com tiro acidental após pegar arma do pai em condomínio de luxo em Cuiabá, diz PM | Mato Grosso | G1 \(globo.com\)](#), acesso em: Jan. 2021.

o caso investigativo 1, os quais foram analisados segundo referenciais da argumentação, especificamente na perspectiva de Clark e Sampson (2008), descritos no tópico a seguir.

4 Referencial de Análise dos Dados

4.1 O modelo argumentativo de Clark e Sampson (2008)

Clark e Sampson (2008), na publicação denominada *Assessing Dialogic Argumentation in Online Environments to Relate Structure, Grounds, and Conceptual Quality*, apresentaram uma estrutura analítica para codificar a argumentação científica dialógica de alunos em fóruns de discussão assíncronos em ambientes de aprendizagem de ciências *online*. A estrutura se concentra nas relações existentes entre os níveis de oposição encontrados dentro de um episódio de discurso e os tipos de comentários que os alunos fazem, a qualidade dos motivos incluídos nesses comentários e a qualidade conceitual de suas ideias. Como meio de testar seu modelo, os autores descreveram e analisaram a aplicação da estrutura em um contexto com alunos da educação básica.

O referencial foi utilizado por fornecer uma estrutura para análise de fundamentos e conceitos científicos que possibilita conexões precisas entre a argumentação e o aprendizado do assunto além de desenvolver-se por meio de fóruns de discussão, principal instrumento de coleta de dados utilizado na pesquisa. Por conseguinte, a estrutura permite um processo de pesquisa e reavaliação contínuo, características primordiais as etapas da espiral sobretudo nas correspondentes a síntese provisória.

Além disso, a fim de trabalhar a metodologia da EC, torna-se necessária a criação de grupos de aprendizagem ou comunidades de aprendizagem, compostos por estudantes e professores. Estes grupos oferecem espaços e oportunidades para compartilhar experiências e construir novos conhecimentos (Lemes, 2019).

A estrutura apresentada baseia-se em pesquisas sólidas e amplas na área de argumentação destacando-se as contribuições de Jonathan Osborne, Sibel Erduran e Shirley Simon (Erduran et al., 2004; Osborne et al., 2004; Osborne et al., 2002; Simon et al., 2002, 2006) que, por sua vez, integram à sua abordagem elementos de Toulmin (2006). Dessa forma, o modelo é constituído por três elementos: quadro analítico; fluxograma relativo à qualidade de fundamentos; fluxograma relativo à qualidade conceitual.

No que diz respeito ao quadro analítico, 11 categorias são identificadas conforme ilustrado na Quadro 2 abaixo:

Quadro 2. Categorias do quadro analítico proposto por Clark e Sampson (2008).

Movimento Discursivo	Definição
Enunciação de argumento	Uma mensagem inicial emitida por um aluno.
Contra-argumento	Uma mensagem emitida por um aluno que é diferente da mensagem anterior emitida por outro aluno. Essa categoria se refere estritamente a asserções que não se vinculam com nenhum aspecto da tese ou do fundamento da mensagem a qual responde. Em vez disso, oferecem uma interpretação inteiramente nova do fenômeno.
Refutação contra fundamentos	Um ataque contra ou discordância com os fundamentos usados por outro aluno para respaldar ou justificar sua mensagem.

Refutação contra tese	Um ataque contra ou discordância com a tese (ou uma parte específica da tese) de uma mensagem (argumentação ou refutação) de outro aluno, mas sem ataque a seus fundamentos.
Mudança de argumento	Uma mensagem feita por um aluno que indica que houve (1) alterações na sua mensagem original; (2) mudanças no seu ponto de vista; ou (3) concessões em resposta a argumentações ou refutações de outro aluno.
Respaldo de um argumento	Uma mensagem usada para respaldar uma afirmação presente em uma argumentação ou uma refutação prévia. Essa categoria inclui (1) concordância com uma mensagem; (2) reescrita de uma mensagem prévia; (3) adição de fundamentos em respaldo a uma mensagem; ou (4) expansão de uma mensagem.
Esclarecimento em resposta a uma refutação	Uma mensagem que é usada para reforçar uma posição (em termos de validação e precisão) em resposta a uma refutação, sem atacar a refutação ou os fundamentos apresentados por outro aluno.
Esclarecimento de um significado	Uma mensagem realizada com o intuito de esclarecer outra emitida anteriormente (em contexto argumentativo). O seu objetivo é tornar mais evidente o significado de uma mensagem em resposta a um questionamento ao invés de questionar a exatidão desta.
Consulta sobre o significado	Uma mensagem que solicita esclarecimento com relação a outra dita anteriormente (ex: o que você quer dizer quando afirma ou não entendo o que você está dizendo).
Organização da participação	Uma mensagem que (1) lembra outros alunos de participar da discussão; (2) questiona outros alunos por feedback para a discussão; (3) possui um aspecto organizacional (ex: todos vocês concordam?); (4) tenta mudar a forma como outros estão participando da discussão.
Fora da tarefa	Mensagens que não se relacionam ao assunto da tarefa (ex: que belo corte de cabelo!).

Fonte: Clark e Sampson (2008), traduzido e adaptado por Souza et al. (2015).

A estrutura atribui um movimento de discurso para cada comentário. Como forma de evitar ambiguidades cada um é codificado em relação ao comentário principal ao qual responde. Essa codificação abrange comentários que são normalmente examinados como parte de uma análise estrutural (contra-argumentos e refutações, por exemplo), considerando também mensagens não argumentativas que são normalmente esquecidas em uma análise estrutural, como as organizacionais e ocasionais interações fora da tarefa (Clark & Sampson, 2008).

De forma pormenorizada, a primeira categoria trata-se de uma mensagem inicial que funciona como um ponto de partida para um argumento. A segunda refere-se a uma mensagem diferente com ideias contrárias à inicial, oferecendo uma nova perspectiva sobre o fenômeno. As duas posteriores relacionam-se a refutações a fundamentos e teses apresentados. As outras duas são

direcionadas à mudança de argumento e suporte a uma afirmação anterior. Existem ainda duas categorias reservadas a esclarecimentos aos estudantes. E, por fim, as três últimas categorias posicionam mensagens que não tem qualquer conteúdo argumentativo (Souza, et al., 2015; Santos et al., 2016).

Uma maior incidência de comentários classificados entre as oito categorias iniciais, que indicam algum conteúdo argumentativo, evidencia uma discussão centrada na tarefa prescrita. De modo contrário, o predomínio de comentários classificáveis nas três últimas categorias, correspondentes a conteúdos não argumentativos demonstra uma discussão totalmente desconexa da atividade (Santos et al., 2016).

Além do quadro, Clark e Sampson (2008) sugerem um mecanismo que possibilita avaliar a qualidade dos fundamentos expressos nas mensagens (Figura 2). O fluxograma incorpora a estratégia de Osborne et al. (2004) de colapsar dados, garantias e apoios de Toulmin (2006) em uma única categoria chamada "fundamentos". Ao invés de unicamente identificar a presença ou ausência de fundamentos, a estrutura classifica um comentário por meio de uma escala ordinal, após uma sucessão de respostas a uma sequência de decisões binárias (sim ou não) tendo como categorizações possíveis: (1) sem fundamentos (nível 0 de qualidade de fundamentos); (2) com apresentação apenas de explicações, sem evidências para suportá-las (nível 1); (3) com apresentação de evidências (nível 2); (4) com a articulação de múltiplas evidências (nível 3) (Clark & Sampson, 2008; Souza & Queiroz, 2014).

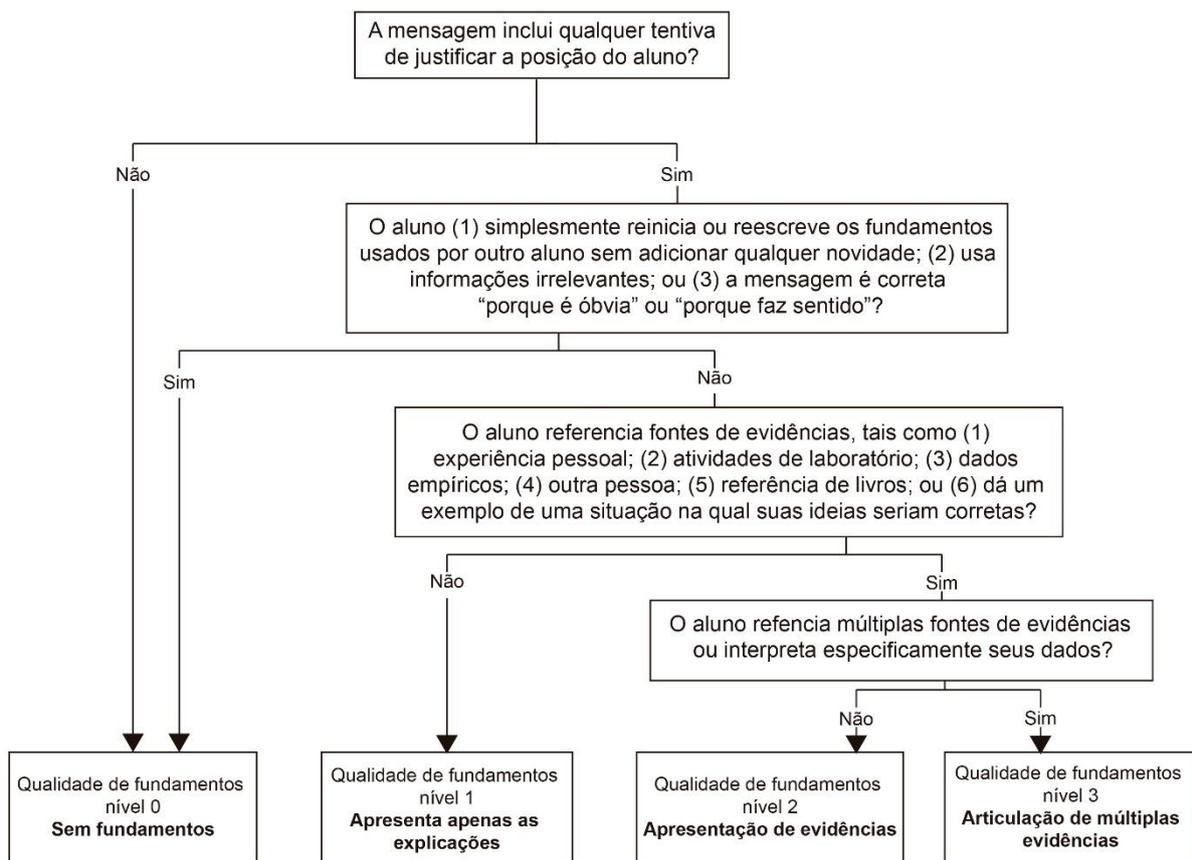


Figura 2. Esquema para classificação de mensagens quanto à qualidade de fundamentos de acordo com o modelo de Clark e Sampson (2008).

Fonte: Clark e Sampson (2008), traduzido e adaptado por Souza et al. (2015).

Uma outra análise também pode ser feita com base em um fluxograma (Figura 3) elaborado pelos autores em que é possível qualificar os conceitos apresentados nos argumentos. Essa abordagem se baseia em trabalhos anteriores desenvolvidos diante de uma perspectiva de

mudança conceitual apresentada por Clark (2000, 2001) e Clark e Linn (2003). Tal classificação segue os mesmos moldes da avaliação da qualidade de fundamentos ao apresentar-se em níveis de uma escala ordinal que varia de 0 a 3, determinada por uma sucessão de respostas para decisões binárias (sim ou não) e difere de outros modelos – por exemplo, Kuhn e Udell (2003) e Zohar e Nemet (2002) – ao apostar em desenvolver a análise conceitual durante o discurso argumentativo e não por meio de avaliações iniciais e finais. Os pontos usados nas decisões fundamentam-se na regularidade de aspectos normativos, não normativos, multinormativos e transitórios das mensagens, caracterizando como normativo o que pensa e faz a comunidade científica e transitório, afirmativas que permeiam entre o normativo e o não normativo (Souza et al., 2015).

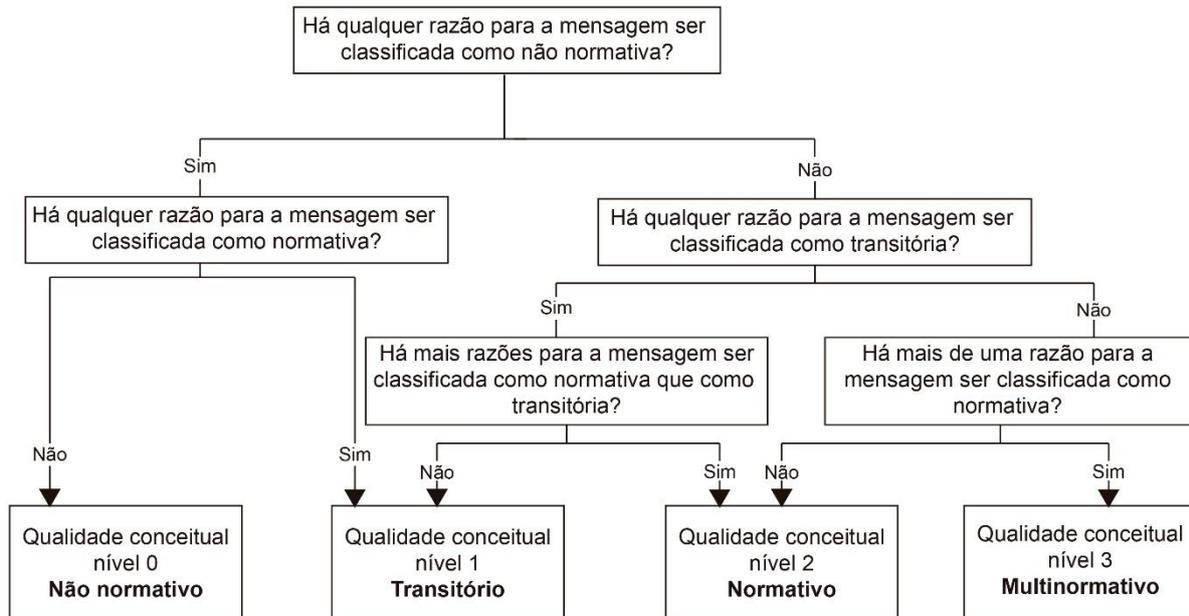


Figura 3. Esquema para classificação de mensagens quanto à qualidade de fundamentos de acordo com o modelo de Clark e Sampson (2008).

Fonte: Clark e Sampson (2008), traduzido e adaptado por Souza et al. (2015).

Diante dos aspectos levantados, compreendemos o modelo argumentativo de Clark e Sampson (2008) como apropriado para a coleta e análise dos dados desta pesquisa, sobretudo quando temos registros em fóruns de discussão como objeto de estudo, cujo instrumento de análise permite identificar fundamentos e conceitos científicos apresentados, fator relevante na promoção de debates em química.

5 Resultados e Discussão

Para a apresentação dos resultados no presente manuscrito analisamos os comentários apresentados no fórum de discussão (etapa assíncrona) disponibilizado na plataforma do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) da IES na qual os pesquisadores estão vinculados. Em se tratando de um recorte a dissertação a investigação se restringe aos argumentos apresentados pelos grupos A e C, os quais discutiram o caso investigativo 1. Eles deveriam esclarecer uma ocorrência na qual participantes de uma mesma festa foram hospitalizados apresentando sintomas semelhantes sem uma razão aparente. Desse modo, deveriam atuar, de forma fictícia, como integrantes da equipe de investigação da polícia civil com a finalidade de solucionar o caso veiculado como “Síndrome Misteriosa”.

O caso em questão é caracterizado como mal estruturado uma vez que o problema principal não é definido de forma objetiva, ficando por conta dos estudantes a tarefa de identificação do problema, a análise de alternativas para sua resolução e posterior escolha da possibilidade mais apropriada (Sá, 2010).

Com base nas evidências e relatos apresentados pelos alunos, várias possibilidades de resolução foram identificadas, mas apenas uma está em concordância com a análise detalhada das informações presentes no texto, especialmente dos sintomas, como insuficiência renal e alterações neurológicas.

Na Figura 4 a seguir temos um exemplo da troca de mensagens realizada na plataforma durante a discussão dos casos:

Mostrar respostas começando pela mais recente ▾

Assunto: GRUPO 01

Mensagem: Numa breve discussão do grupo, avaliamos a síndrome misteriosa que acarretou os problemas ou sintomas como náuseas, vômitos, dores abdominais, insuficiências renais e alterações neurológicas nos dez pacientes. Verificamos que entre esses sintomas, obtemos um sentimento de uma bebida contaminada com alterações não definidas, ou seja, a cerveja está tóxica.

Autor(a): [Redacted]

Arquivo:

Criado em: 14/01/2021 12:35:22

Responder Tópico << Voltar

Re: Re: Re: GRUPO 01 21/01/2021 23:18:50
 por [Redacted]

Boa noite segue o fechamento da discussão sobre o estudo de caso.

[Ver Arquivo Anexo](#)

Responder

Re: Re: GRUPO 01 21/01/2021 22:20:37
 por [Redacted]

segue em anexo as discussões do grupo 1.

[Ver Arquivo Anexo](#)

Responder

Re: GRUPO 01 21/01/2021 03:33:29
 por [Redacted]

Boa noite, sugiro a vocês traçarem uma rota de como chegaram a solução que será debatida na sexta, podendo apresentar todas as hipóteses pensadas e como se deu seu processo de exclusão a fim de enriquecer ainda mais a solução apresentada.

Editar Apagar Responder

Figura 4. Exemplo de troca de mensagens nos fóruns de discussão no SIGAA UFPI (Grupo A).
Fonte: SIGAA UFPI.

Ao todo foram identificados 58 comentários, dentre os quais 35 foram produzidos pelos alunos (10 mensagens – Grupo A; 6 mensagens – Grupo B; 14 mensagens – Grupo C; 5 mensagens – Grupo D) e 23 produzidos por professor e pesquisador. É de destaque que, nesse primeiro momento, o contraponto aos comentários dos discentes foi feito pelo professor da disciplina e pelo pesquisador. Estas mensagens serão relatadas ao longo da discussão, porém não serão incluídas nas análises.

Como os dados advindos dos fóruns de discussão estão armazenados na forma de textos, não foi necessária a transcrição das informações. Contudo, tornou-se indispensável uma correção em equívocos gramaticais ou de digitação identificados, de modo que permitisse sua exibição de maneira adequada, mas de forma a não perder a fidedignidade.

Vale ressaltar que, em sua avaliação, Clark e Sampson (2008) analisaram apenas mensagens com caráter científico, não atribuindo ao seu modelo questões sociocientíficas. Com base nisso, a análise desenvolvida neste trabalho abrange especificamente os comentários de

natureza científica expostos pelos alunos, sobretudo quando analisados quanto à qualidade de fundamentos e conceitos.

As mensagens emitidas pelos alunos estão identificadas conforme a cronologia, recebendo as nomenclaturas: comentário 1, comentário 2, e assim por diante. As emitidas por professor e pesquisador estão nomeadas como: questionamento 1, questionamento 2, sucessivamente. Os alunos são identificados com base no grupo, em 1, 2 ou 3 (para os discentes do grupo A, por exemplo: Aluno A₁; Aluno A₂; Aluno A₃).

5.1 Análise dos movimentos discursivos

A priori trataremos sobre os movimentos discursivos e, para tanto, na Figura 5 a seguir identificamos o número de mensagens que se classificam de acordo com o movimento predeterminado. Destacamos que o modelo não permite o enquadramento de uma mensagem em mais de uma categoria quanto ao movimento discursivo, desse modo, a mensagem deve ser classificada conforme o movimento predominante.

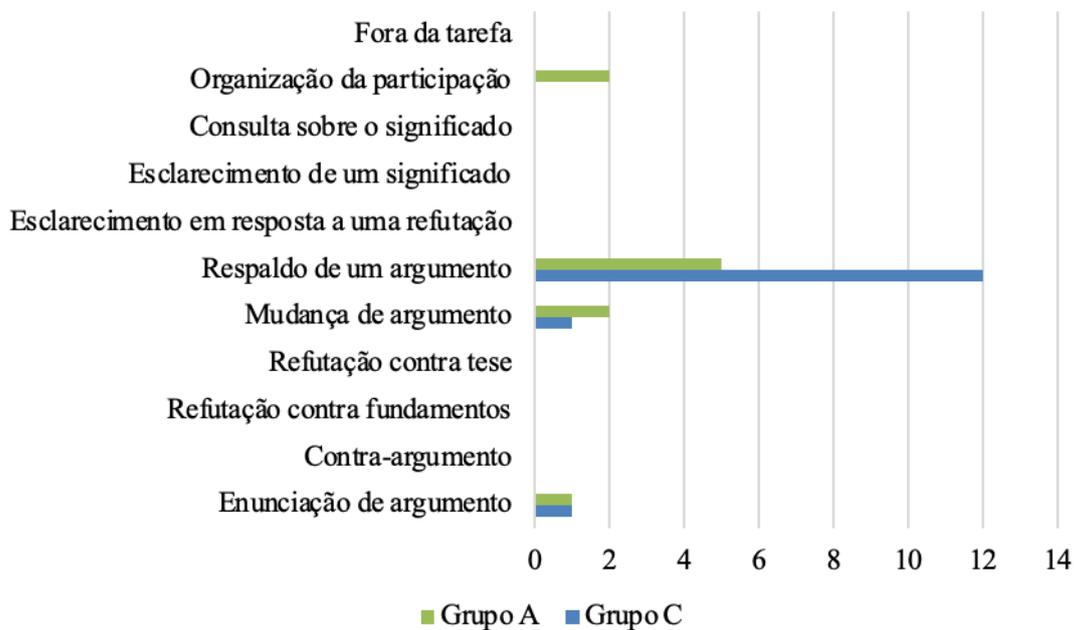


Figura 5. Categorização das mensagens apresentadas nos fóruns quanto aos movimentos discursivos.

Fonte: Autoria própria.

Como observado, as mensagens apresentadas englobam apenas quatro categorias, dentre as quais três têm caráter argumentativo. A ausência de contra-argumentos e refutações indicam uma brecha nas discussões quando se objetiva chegar a níveis superiores de complexidade argumentativa, entretanto, constitui-se um ponto já esperado, dado que pesquisas anteriores indicam como rara a aparição de tais elementos em argumentos de alunos (Souza, 2017). Yeh e She (2010) atribuem a necessidade de tempo para aperfeiçoar a capacidade de exprimir refutações.

Nessa perspectiva, um fator que agravou a ausência desses elementos se deve à diferenciação existente entre a abordagem de aplicação utilizada por Clark e Sampson (2008) em sua pesquisa e a concebida neste trabalho, uma vez que os autores, em um contexto com 84 alunos divididos em grupos, desenvolveram uma problemática junto aos discentes em que o embate de argumentos, via fórum de discussão, ocorria diretamente entre os grupos, enquanto isso, como já mencionado, na proposta do trabalho em questão, os debates introdutórios realizados nos fóruns ocorreram entre os participantes de um mesmo grupo existindo o contraponto apenas por parte do

professor da disciplina e do pesquisador que não tiveram suas mensagens contabilizadas para fins de classificação.

Um outro ponto relevante que justifica a ocorrência dessa situação consistiu na utilização de outras ferramentas por parte dos participantes da pesquisa para a discussão do problema apresentado, muitas vezes chegando aos fóruns de discussão o conteúdo já debatido entre eles, com discursos bem alinhados. Essa medida é corroborada pela enunciação de argumento de ambos os grupos (comentário 1):

Aluno A₁ (comentário 1) – Numa breve discussão do grupo, avaliamos a síndrome misteriosa que acarretou os problemas ou sintomas como náuseas, vômitos, dores abdominais, insuficiências renais e alterações neurológicas nos dez pacientes. Verificamos que entre esses sintomas, obtemos um sentimento de uma bebida contaminada com alterações não definidas, ou seja, a cerveja está tóxica.

Aluno C₁ (comentário 1) – Discutimos e entramos em um consenso que pelos dados que foram coletados, as entrevistas das testemunhas que presenciaram tal situação, podemos constatar que houve uma intoxicação alimentar, pelas pessoas que consumiram a bebida “Dugole”. No caso, como a cerveja era artesanal, ela não passava por fiscalização. Quando entramos no assunto do “ surgimento” de uma possível bactéria ou fungo causador da intoxicação alimentar, cogitamos na hipótese de ter sido produzida no processo de fermentação devido a problemas de armazenagem.

Ao longo da discussão, observamos que ambos os grupos mudaram suas ideias em relação ao argumento inicial, como nos comentários expressos abaixo:

Professor (questionamento 1) – Boa noite, Ok. A cerveja é tóxica! Mas o que pode tornar uma cerveja “tóxica”? Que elementos tornam um alimento tão tóxico para levar o ser humano a passar mal ao consumi-lo?

Aluno A₂ (comentário 3) – Olá! Diante do questionamento, pode ter sido um vírus, mas que tenha sido inserido no processo de produção da bebida pois somente quem bebeu passou mal, fica o questionamento se tiver sido o vírus como pode ter chegado até a bebida? Por algum funcionário contaminado ou por algum processo na fabricação?

Aluno A₂ (comentário 4) – Fazendo uma breve análise do que foi discutido e levando em consideração algum problema ocorrido durante a produção de bebidas pode ocorrer, intoxicação pois são adicionadas algumas substâncias para melhorar o desempenho da bebida. Um caso semelhante de intoxicação, ocorreu em Minas Gerais, com uma substância chamada dietilenoglicol. Alguém sabe para que serve essa substância e o que ela pode causar?

Aluno C₂ (comentário 7) – Devido os sintomas apresentados, a causa pode ser uma intoxicação alimentar ou química, somente uma análise microbiológica ou físico-química no produto ou no sangue de quem ingeriu a bebida, é fundamental como prova pericial, porém, alterações neurológicas e renais, são evidências e indica uma toxicidade química por alguma substância que foi adicionada na cerveja.

No comentário 3 o aluno A₂ atribuiu como causa da intoxicação a inserção de um vírus à bebida durante seu processo de fabricação, diferentemente do argumento inicial em que não definem o que levou à alteração da cerveja. Em seguida, o aluno modificou novamente sua perspectiva atribuindo a toxicidade à substância dietilenoglicol.

Em relação ao grupo C o comentário 7 apresentado pelo aluno C₂ diferencia-se da enunciação de argumento, ao identificarmos que o discente, com base nos sintomas mais graves,

suspeita de uma intoxicação ocorrida pela adição de um agente químico, e não mais pela ação de bactérias ou fungos originados a partir do processo de fermentação. Essa alegação está apresentada no comentário 9, em que o aluno C₁ identificou a substância:

Aluno C₁ (comentário 9) – Acredito que tenha sido pelo monoetilenoglicol. Pois com um pouco de pesquisa, vemos que o uso do monoetilenoglicol é normal no processo de fabricação de cervejas, por ser um anticongelante. Essa substância é usada para resfriamento. Mas o monoetilenoglicol não deve entrar em contato com o produto, por ser tóxico. E com isso algumas cervejarias optam por outras alternativas.

Souza et al. (2015) compreendem como comum a mudança de argumento diante de um contexto científico problemático, tendo em vista a necessidade de elaboração de hipóteses. Se analisarmos a própria etimologia da palavra “hipótese” identificamos um significado especulativo e provisório, ou seja, sujeito a mudanças. Logo, o discurso argumentativo científico contempla elementos teóricos, hipotéticos e pressupostos que são moldáveis ao longo do tempo conforme a investigação e o pensamento evoluem.

A predominância pela categoria respaldo de argumentos, observada na Figura 5, evidencia que os alunos buscaram justificar suas alegações ao tempo em que os questionamentos eram propostos. De modo complementar, a presença de apenas duas mensagens não argumentativas, sendo estas classificadas como organizacionais, demonstra o compromisso e foco dos discentes em realizar a atividade.

Traçando um paralelo entre os comentários apresentados com a proposta da EC, temos a percepção de que o grupo A, apesar de instruídos a desenvolver as etapas da metodologia, inicialmente não compreendem sua dinâmica e, ainda que identifiquem o problema, preocuparam-se exclusivamente em concluir o caso sem respaldar suas alegações com explicações e evidências, pulando etapas cruciais para que apresentassem uma resolução mais bem fundamentada.

Nesse contexto, é notável uma mudança (a começar pelo comentário 3) a partir da exposição do Caso Isabele pautado na EC, evidenciando uma compreensão melhor da metodologia por parte do grupo. A partir disso, buscaram realizar uma análise sobre a discussão e testar hipóteses, de modo que seus próprios questionamentos funcionaram como questões de aprendizagem, chegando a identificar casos semelhantes (comentário 4). Tal fato sinaliza que para os objetivos traçados serem alcançados existe a necessidade de direcionamento constante por parte do mediador de forma a impedir que lacunas fiquem abertas quanto a compreensão das etapas da EC e seus desenvolvimentos. Ademais, Lima (2017) pontua a atuação do mediador como crucial para o sucesso da proposta devendo este ser capaz de promover um ambiente aberto e respeitoso em relação às diferenças sempre comprometido com a ética e científica de saberes.

O grupo C, por sua vez, apesar de também iniciarem a discussão com uma conclusão, buscaram formular explicações com base no problema identificado sendo possível, ao longo do processo, reconhecer as etapas da metodologia nos discursos produzidos.

É relevante destacar que apesar do baixo índice de comentários registrados os alunos demonstraram certa familiaridade em justificar suas ideias em ambientes virtuais de discussão. Embora tenham apresentado tardiamente as discussões para os fóruns, quando iniciaram, mantiveram a troca de comentários constante.

Se projetarmos a classificação apresentada por Souza et al. (2015) que, ao utilizarem-se do modelo proposto por Clark e Sampson (2008), consideraram satisfatórias todas as discussões que alcançaram pelo menos 80% de mensagens classificadas ao longo das oito categorias argumentativas; entre 79% e 40% julgaram a discussão como regular; e como insatisfatórias aquelas nas quais menos de 40% das mensagens foram argumentativas, reconhecemos a discussão

produzida pelos dois grupos como satisfatória, levando-se em conta que 80% dos comentários do grupo A possuíam caráter argumentativo, ao passo que para o grupo C o percentual correspondeu a 100%.

5.2 Análise da qualidade de fundamentos

Na Figura 6 a seguir indicamos o percentual de classificação da qualidade das mensagens quanto aos fundamentos. A categorização leva em consideração sobretudo as articulações entre alegações e evidências apresentadas nos comentários. A análise do nível de complexidade argumentativa passa pela qualidade dos fundamentos construídos pelos alunos e se relaciona à quantidade de elementos constituintes no argumento (Souza, 2017).

Se valendo das proposições de Clark e Sampson (2008) de que categorias do movimento discursivo como “organização da participação”, “consulta sobre o significado” e “fora da tarefa” não são elegíveis para a qualificação de fundamentos e qualificação conceitual, apenas mensagens com caráter argumentativo foram incluídas nas análises. Diante desta premissa, para o grupo A foram classificáveis 8 dos 10 comentários apresentados, ao tempo que para o grupo C os 14 comentários foram analisados.

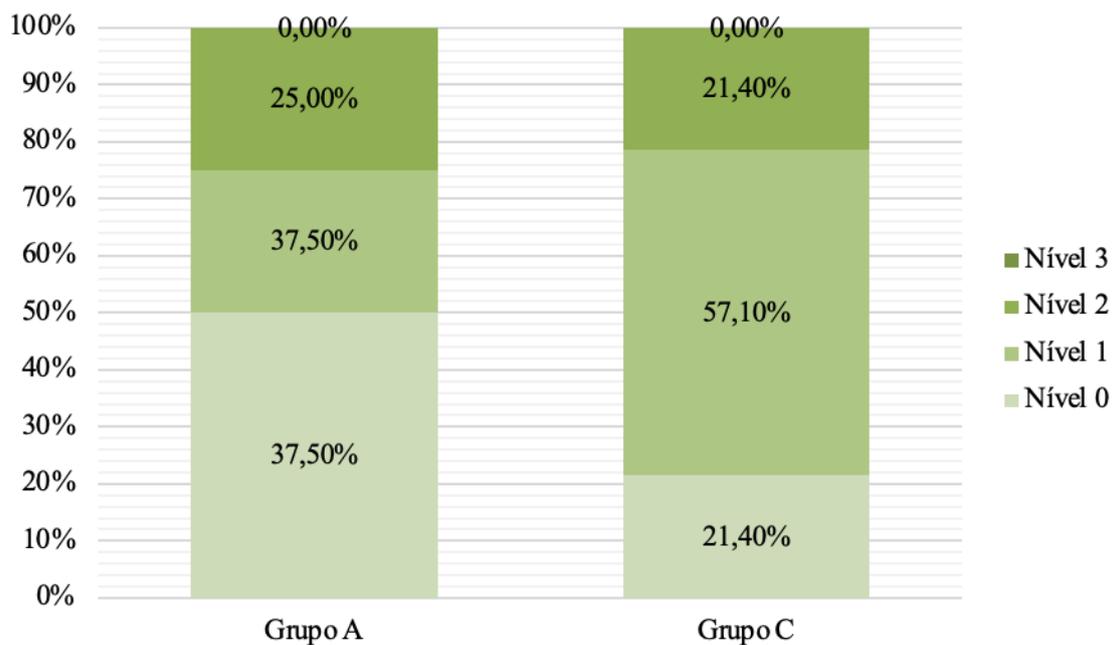


Figura 6. Percentual de mensagens classificadas quanto aos níveis de qualidade de fundamentos.

Fonte: Autoria própria.

Pelo que podemos observar na Figura 6, majoritariamente os comentários apresentados enquadraram-se nos níveis 0 (37,50% para o grupo A, 21,40% para o C) e 1 (37,50% para o grupo A, 57,10% para o C) quanto a seus fundamentos. Esse fator se deve à falta de sustentação de alegações com evidências, apresentando apenas explicações, que quando dispunham, correspondiam a evidências óbvias com informações irrelevantes ou reescrita de fundamentos já citados. Kuhn et al. (2006) atribuem a incapacidade dos estudantes em se envolverem em discursos argumentativos a dificuldades em analisar os dados disponíveis e as conclusões que podem ser feitas com base em coordenação e distinção entre teorias e evidências.

Tomando como exemplo a enunciação de argumento (comentário 1), constatamos que o grupo A iniciaram a discussão avaliando os sintomas e atribuíram suas causas a uma intoxicação provocada pela contaminação da cerveja. Tal alegação é tida como óbvia, visto que o caso investigativo 1 é tendencioso quanto à toxicidade da bebida, além disso, os alunos não conseguem apontar a origem da contaminação. Logo, o argumento acaba por ser enquadrado em nível 0 quanto aos fundamentos.

Enquanto isso, o grupo C em seu primeiro comentário também identificou uma intoxicação pela bebida, contudo, reconheceu que a cerveja passa por um processo de fermentação e justificaram sua alegação em torno do surgimento de bactérias ou fungos nessa etapa do processo. Para esse caso, identificamos um comentário nível 1 em fundamentos, considerando que os discentes apresentaram uma explicação plausível, porém não identificaram suas fontes de informação e nem apontaram no texto as evidências específicas que permitissem chegar às alegações feitas.

No que diz respeito aos classificados em níveis mais elevados, dentre ambas as equipes, cinco comentários enquadram-se no nível 2 em qualidade de fundamentos, enquanto para o nível 3 nenhum comentário foi identificado. Citando como exemplo oriundo do grupo A, temos o comentário 5 classificado no nível 2:

Aluno A₂ (comentário 5) – Dando uma pesquisada aprofundada sobre a substância (dietilenoglicol), descobrimos que é utilizada para diminuir o ponto de congelamento e aumentar o ponto de ebulição; e alguns dos sintomas que estão presentes no caso investigativo como náuseas, vômitos, dor abdominal são causados por ela quando um adulto apresenta uma intoxicação, podendo levar à morte como aconteceu no caso de Minas.

Observamos no comentário que o aluno A₂ identificou um caso semelhante em que a contaminação de uma cerveja por uma substância denominada dietilenoglicol levou aos mesmos sintomas apresentados no caso investigativo. A citação de uma situação em que suas ideias são válidas eleva o nível de seus fundamentos de modo que o aluno é capaz de interligar os sintomas apresentados aos da situação similar. O comentário 4, já citado anteriormente, recebe a mesma classificação em nível de fundamentos pela mesma razão.

Em relação ao grupo C três comentários tiveram nível qualificado como 2 e estão relacionados a justificativas a questionamentos realizados:

Pesquisador (questionamento 5) – Boa noite, analisando um pouco melhor o texto, existe alguma evidência, sem levar em conta os sintomas apresentados, que possa me levar a descobrir o tipo de substância que ocasionou a intoxicação?

Aluno C₂ (comentário 11) – O estado de embriaguez seria pela maior quantidade de cerveja absorvida pelo organismo, logo o efeito da substância adulterante em quantidade será maior e mais grave, as características sensoriais, como sabor doce da bebida, são evidências além dos sintomas.

Pelos exemplos apresentados constatamos que no comentário 11 o aluno C₂ é condicionado a analisar o caso e, a partir disso, identificou evidências como forma de respaldar seu argumento, enriquecendo a discussão em torno das alegações apresentadas. Os comentários 8 e 9 enquadram-se no mesmo nível de qualidade de fundamentos pelo mesmo motivo apresentado.

A alta incidência de comentários classificáveis nos índices mais baixos quanto a qualidade de fundamentos revela a incapacidade dos discentes em articular seus conhecimentos prévios com as novas informações obtidas a fim de construir novos significados. Dessa forma, levando em conta

que a etapa de busca por informações constitui um movimento individual apesar da importância do trabalho em grupo, se faz necessária a reflexão e identificação contínua de deficiências do discente de forma que durante a jornada além de responder as questões de aprendizagem possam preencher esses espaços e expandir as conjecturas até então pouco estruturadas (Lemos, 2019).

Cabe salientar que Clark e Sampson (2008) utilizam-se do termo “múltiplas fontes de evidências” como uma das condições para atribuir nível 3 a um comentário. O emprego desse termo é muito abrangente posto que “múltiplos”, segundo o dicionário Dicio (Múltiplos, 2021), define-se como o “que não é simples, diversos, vários, plurais, composto”. Dessa forma, fica indeterminada a quantidade de fontes de evidências, diferentemente de quando empregam o termo “mais de uma razão” relativo à classificação da qualidade conceitual em nível multinormativo. Dessa forma, adotamos mais de duas evidências a fim de classificar uma mensagem em nível 3 quanto à qualidade de fundamentos.

Traçando novamente um paralelo à classificação apresentada por Souza et al. (2015) no que se refere à qualidade de fundamentos, em que consideram satisfatória a discussão com presença de 50% das mensagens com fundamentos em nível 2 ou 3, constatamos que ambas as discussões são consideradas insatisfatórias. Por conseguinte, é possível declarar que os esforços a justificar seus argumentos por meio de colocações genéricas ou repetitivas empobreceu os discursos apresentados sendo determinante na sua classificação como insatisfatória quanto aos fundamentos.

5.3 Análise da qualidade conceitual

Na Figura 7 a seguir apresentamos o percentual de mensagens classificadas quanto ao nível de qualidade conceitual:

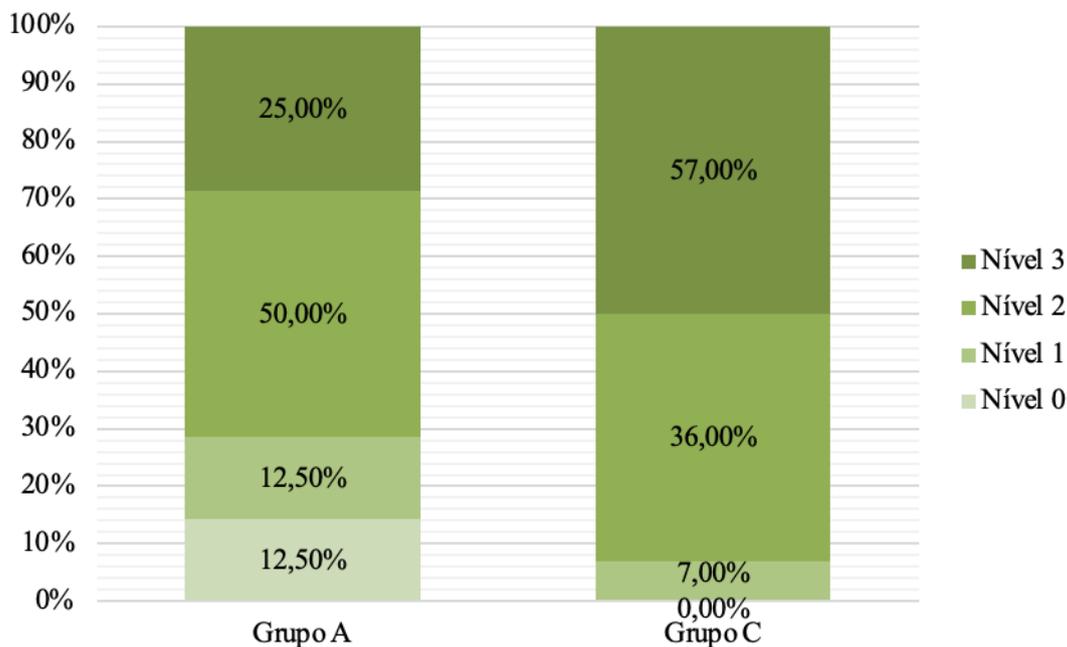


Figura 7. Percentual de mensagens classificadas quanto aos níveis de qualidade dos conceitos.

Fonte: Autoria própria.

Em relação à qualidade conceitual ponderamos que, apesar do predomínio de qualidade em nível 0 e 1 quanto aos fundamentos, para ambos os grupos é verificada uma maior quantidade de comentários classificáveis em nível 2 e 3, sugerindo que as discussões estão alinhadas ao discurso científico.

Realizando uma análise mais detalhada são perceptíveis nas participações do grupo A equívocos em pontos específicos que acabam por enquadrar os comentários em não normativos ou transitórios como, por exemplo, quando se referiram aos conceitos em torno da substância dietilenoglicol (comentário 4), que é atribuído como um componente adicionado à bebida a fim de melhorar seu desempenho dado que, pela literatura (Santos, 2020), em se tratando de um anticongelante, tal substância nas indústrias é misturada à água e deve passar pela parede externa do tanque de fermentação, não entrando em contato com o conteúdo do interior.

Quanto aos comentários normativos e multinormativos destacamos a assertividade do grupo em reconhecer características de um processo de intoxicação. Além disso, é visível que, à medida em que se aprofundaram em investigar as questões de aprendizagem o nível conceitual se eleva, considerando que os comentários finais são categorizados em níveis mais altos que os iniciais quanto à qualidade de seus conceitos, tornando-se mais próximos do que descreve a comunidade científica. Como exemplo temos o comentário 8 a seguir, diretamente relacionado à questão de aprendizagem levantada no comentário 3:

Aluno A₂ (comentário 8) – Além da intoxicação por vírus ser menos comum, a bebida é levada no processo de produção a altas e baixas temperaturas.

Na mensagem o aluno justificou a exclusão da hipótese de contaminação por vírus pela pasteurização térmica, processo pelo qual microrganismos comuns que deterioram os alimentos são eliminados, de forma a garantir a segurança alimentar (Peña-Gómez et al., 2019).

Para o grupo C temos quase a totalidade dos comentários classificados entre os níveis 2 e 3 quanto aos conceitos. Em seu comentário inicial, apresentaram alegações conceitualmente corretas relativas à intoxicação alimentar, com base nos sintomas; e contaminação por bactérias, durante a fermentação da cerveja (Paula et al., 2007; Sabioni et al. 1998), porém, a afirmação de que cervejas artesanais não passam pelo processo de fiscalização constitui-se um equívoco visto que a Lei 8.918/1994 e o Decreto 6.871/2009 orientam a padronização, classificação, registro, produção e fiscalização de bebidas (todos os tipos), e atribui a responsabilidade desse processo ao Ministério da Agricultura (Brasil, 1994, 2009). Diante disso, toda bebida comercializada deve passar por análises para a determinação de adequação aos parâmetros, além disso, o caso investigativo não fornece evidências que corroborem essa alegação. Dessa forma, o comentário transita entre afirmações normativas e não-normativas.

Dentre os aspectos normativos destacamos os conceitos empregados de modo a justificar alegações, como nos comentários 2 e 8 a seguir:

Aluno C₁ (comentário 2) – A pasteurização é um método bastante eficaz para eliminar microorganismos e aumentar a durabilidade, entretanto, o processo de pasteurização pode alterar o "perfil" da cerveja como o sabor por exemplo. E com isso, alguns produtores de cervejas preferem não pasteurizar e deixá-la com prazo de validade pequeno. Do que perder as características do produto. O que continuar o questionamento: e se o problema tiver sido no armazenamento?

Aluno C₂ (comentário 8) – Geralmente são os sintomas, como náuseas e vômitos são leves características alimentares, a intoxicação química é apresentada por efeitos mais graves como neurológicos e renais, porém algumas bactérias, como a do botulismo podem causar o mesmo efeito químico, toxinas naturais encontrada em cogumelos, a ciguatera encontrada em peixes apresenta os mesmos sintomas. Nesse caso fluído de refrigeração ou algum veneno pesticida, podem ter deixado passar em análise no controle de qualidade tendo provocado a intoxicação química.

Em 2 temos um respaldo à alegação inicial de contaminação durante o processo de fermentação com base na escolha de alguns produtores em não pasteurizar a cerveja devido a alterações no perfil da bebida, o que acaba por diminuir sua validade, estando essa afirmativa de acordo ao examinado na literatura (Fontana, 2009). Em 8 observamos a justificativa à afirmação de intoxicação química, em que o aluno atribuiu os sintomas à presença de substâncias nocivas ao organismo na bebida, como fluidos de refrigeração ou venenos pesticidas, componentes capazes de provocar os sintomas descritos (Santos, 2021; Tosetto et al. 2021).

Correlacionado os resultados analisados com os movimentos em espiral destacamos o momento de síntese provisória como fundamental para que os alunos atingissem os níveis mais altos de qualidade conceitual, pois ao pesquisarem informações em fontes seguras se distanciam do senso comum ao longo do debate. Um exemplo é que o grupo A, após uma pesquisa, consegue identificar uma situação análoga ao caso investigativo movimento esse determinante na identificação da substância ao final da discussão.

Trazendo novamente a classificação de Souza et al. (2015) no que se refere à qualidade conceitual a discussão é tida como satisfatória, tendo em vista o percentual maior que 50% de mensagens classificadas nos níveis 2 e 3 para ambos os grupos. Dessa forma, é possível alegar que a maior parte das mensagens apresentadas se encontram em um âmbito conceitual normativo ou multinormativo, manifestando conformidade com o discurso científico.

6 Conclusões e Implicações

Na presente pesquisa buscamos identificar as contribuições da metodologia da Espiral Construtivista em contextos investigativos como forma de promover argumentação em discussões realizadas por alunos do ensino superior. Em uma revisão da literatura sobre a temática constatamos a necessidade de se desenvolver pesquisas em torno desta metodologia no ensino de ciências, mais especificamente no ensino de química, levando em conta o potencial transformador do modelo e as características da química como ciência. Como base para o desenvolvimento das atividades fizemos uso de questionários para a caracterização e identificação de conhecimentos prévios dos sujeitos, de fóruns de discussão *online* e discussões síncronas em ambiente virtual. Além disso, casos investigativos ilustrados foram utilizados como disparadores de aprendizagem.

Nesse contexto, partimos do princípio de que empreender intervenções didáticas utilizando-se a Espiral Construtivista como norteadora de discussões pode contribuir para a promoção de argumentos em caráter científico no ensino superior. A partir disso, buscamos avaliar a qualidade de fundamentos e conceitos apresentados com base no modelo argumentativo proposto por Clark e Sampson (2008). Dentre outros aspectos, a opção pela análise dos dados perante esse modelo argumentativo mostrou-se determinante na tentativa de responder à hipótese apresentada, pois, a utilização de modelos que analisam apenas a presença ou ausência de elementos pertencentes ao argumento como, por exemplo, o de Toulmin (2006), não se faria suficiente para a pesquisa, considerando sua limitação ao parâmetro estrutural.

Em relação à hipótese apresentada é possível sugerir que práticas argumentativas foram consideravelmente estimuladas diante do contexto didático traçado. Foi constatado que quase a totalidade das mensagens apresentadas nos fóruns possuíam caráter argumentativo, nas quais nenhuma foi considerada desvinculada da atividade proposta, dentre elas, apenas duas foram referentes a aspectos organizacionais demonstrando também o interesse dos participantes com as atividades.

Considerando a avaliação da qualidade conceitual e de fundamentos, apesar de identificarmos uma qualidade de fundamentos inferior ao aguardado, sobretudo pelo emprego de argumentos generalistas ou repetitivos, a qualidade dos conceitos apresentados pode ser considerada positiva, tendo em vista a superior presença de concepções normativas e multinormativas. Este

resultado indica que atividades investigativas pautadas no modelo da Espiral Construtivista oportunizam discussões com argumentos coerentes com a linguagem científica levando em conta o delineamento apresentado em um modelo em que suas etapas enriquecem cada vez mais o discurso, permitindo ao aluno desenvolver uma investigação não só para a finalidade de resolução de um caso, mas também a identificar suas deficiências.

Nessa conjuntura, a abordagem na EC mostrou-se primordial para o desenvolvimento do caráter argumentativo dos discentes levando em conta o desenho de cada uma das etapas do método, sobretudo as buscas por informações que permite enriquecer os discursos apresentados e trazer os conceitos a luz dos saberes científicos para reorganização de ideias até atingirmos uma nova síntese oportunizando desdobramentos em novas espirais.

De modo complementar, considerando o hábito característico do modelo tradicional de ensino, os alunos iniciam a discussão já expondo suas conclusões. Nesse ponto, pudemos identificar dificuldades em compreender as etapas da metodologia, ocorrendo a necessidade de desenvolver uma abordagem como modelo para que, enfim, as discussões evoluíssem de forma dinâmica. Nesse aspecto, tendo em vista que as atividades foram concebidas em uma conjuntura com licenciandos, fica evidente a necessidade de adoção de modelos que possibilitem o desenvolvimento de práticas argumentativas no contexto do ensino superior de modo que os discentes passem a compreender e a se familiarizar cada vez mais com tais práticas para que, quando na condição de docentes, possam incorporar tais modelos a suas práticas pedagógicas.

Portanto, utilizando-se das palavras de Driver et al. (2000) ao alegarem que “a principal barreira para desenvolver habilidades em argumentação dos jovens em ciências é a falta de uma oportunidade oferecida para tais atividades dentro das práticas pedagógicas atuais” (p. 297), evidenciamos a Espiral Construtivista como metodologia que possibilita promover discussões argumentativas em contextos escolares.

Referências

- Almeida, H. R. F. L. (2016). Das tecnologias às digitais e seu uso na educação matemática. *Nuances: estudos sobre educação*, 25(2), 224-240. <http://dx.doi.org/10.14572/nuances.v26i2.2831>
- Barba, P. C. de S. D.; Silva, F. R. da; Joaquim, R. H. V. T.; Brito, C. M. D. de. (2012). Formação inovadora em Terapia Ocupacional. *Interface Comunicação, Saúde e Educação*, 16(42), 829-842. [untitled \(scielo.br\)](http://www.scielo.br).
- Berbel, N. A. N. (2011). As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudante. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, 32(1), 25-40. *As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes | Berbel | Semina: Ciências Sociais e Humanas (uel.br)*.
- Clark, D.B. (2000). *Scaffolding knowledge integration through curricular depth*. Unpublished doctoral dissertation, University of California, Berkeley, CA. 362p.
- Clark, D.B. (2001). *New representations of student knowledge integration in CLP: Theories or repertoires of ideas?* Paper presented at the AERA, Seattle, WA.
- Clark, D.B., & Linn, M.C. (2003). *Scaffolding knowledge integration through curricular depth*. *Journal of Learning Sciences*, 12(4), 451-494. (PDF) *Designing for Knowledge Integration: The Impact of Instructional Time (researchgate.net)*
- Clark, D., & Sampson, V. (2008). *Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality*. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 293-321. *Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions (usp.br)*.

Decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009 (2009). Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Ministério da Agricultura. Decreto nº 6871 (planalto.gov.br)

Diesel, A., Beldez, A. L. S., Martins, S. N. (2017). Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, 14(1), 268-288. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica | *Revista Thema* (ifsul.edu.br)

Driver, R.; Newton, P.; & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. - PsycNET (apa.org).

Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPing into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>

Freitas, A. G. de, Benetta, A. C. D., Fonseca, R. A. da, Barbosa, A. P. C., Morais, K. S., Pimentel, A., & Águiar, B. D. de. (2014). Ocorrência de intoxicação alimentar em um estado brasileiro. *Arq. Ciênc. Saúde*, 21(3), 81-86. IDZ 641 (21-3) jul-Set 2014.pmd (famerp.br)souza

Gemignani, E. Y. M. Y. (2012.) Formação de Professores e Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem: Ensinar Para a Compreensão. *Revista Fronteira das Educação* [online], 1(2), 1- 27. K2t3kZ.pdf (uniavan.edu.br).

Gómez, N.P., Ruiz-Rico, M., Perez-Esteve, E., & Fernández-Segovia, I. (2019). Microbial stabilization of craft beer by filtration through silica supports. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 58(4), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108626>

Gonçalves-Segundo, P. R. (2016). Argumentação e falácias em entrevistas televisivas: por um diálogo entre o modelo Toulmin e a perspectiva textual-interativa. *Linha D'Água*, 29(2), 69-96. <https://doi.org/10.11606/issn.2236-4242.v29i2p69-96>

IEP/HSL. (2009). Instituto Sírio-Libanês de Ensino e Pesquisa. Gestão da Clínica nas redes de atenção à saúde: caderno do curso [Internet]. São Paulo: Ministério da Saúde/ Instituto Sírio libanês de Ensino e Pesquisa. <http://www.idisa.org.br/img/File/Gestao%2520Clinica%2520Manual%2520HSLMS.pdf>.

Kuhn, L., Kenyon, L. O., & Reiser, B. J. (2006). Fostering scientific argumentation by creating a need for students to attend to each other's claims and evidence. In: *The International Conference of the Learning Sciences*, 7., Indiana: Indiana University, 370-375.

Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994 (1994). Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, autoriza a criação da Comissão Intersetorial de Bebidas e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Ministério da Agricultura. L8918 (planalto.gov.br)

Lemos, K. C. T. (2019). Espiral construtivista: uma abordagem para o ensino de preceptoria. *Anais do Congresso de Tecnologia na Educação*, Caruaru, PE, Brasil.

Lima V. V. (2001). Learning issues raised by students during PBL tutorials compared to curriculum objectives. Dissertação de mestrado Chicago: Department of Health Education, University of Illinois at Chicago.

Lima, V.V., Feliciano, A. B., Fioroni, L. N., & Sampaio, S. F. (2014). Mestrado profissional em gestão da clínica: uma proposta interdisciplinar. In: Pereira EMA, organizador. *Inovações curriculares: experiências no ensino superior com foco na interdisciplinaridade* [Internet]. Campinas, SP: Faculdade de Educação, Unicamp. <https://www.fe.unicamp.br/servicos/eventos/2015/ebook-Inovacoes2014.pdf>.

- Lima, V.V., Feuerwerker, L. C. M., Padilha, R. de Q, Gomes, R., & Hortale, V. A. (2015). Ativadores de processos de mudança: uma proposta orientada à transformação das práticas educacionais e da formação de profissionais de saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, *20(1)*, 279-288. <https://www.scielo.br/j/csc/a/zcTkpXtVzRPz9rRVx54hWsz/?format=pdf&lang=pt>.
- Lima, V. V. (2017). Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. *Interface Comunicação, Saúde e Educação*, *21(61)*, 421-434. SciELO - Brasil - Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem
- Lin, H., Hong, Z., & Lawrenz, F. (2012). Promoting and scaffolding argumentation through reflective asynchronous discussions. *Computers & Education*, *59(2)*, 378-384. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.01.019>
- Morán, J. M. (1995). O vídeo na sala de aula. *Comunicação & Educação*, (2), 27-35. Vista do O vídeo na sala de aula (usp.br).
- Múltiplos. In.: Dicio, Dicionário Online de Português. Porto: 7 Graus, 2021. Múltiplo - Dicio, Dicionário Online de Português.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, *41(10)*, 994–1020.
- Padilha, R.Q. (2014). Mestrado profissional: gestão da tecnologia e inovação em Saúde [Internet]. São Paulo: Instituto Sírio Libanês de Ensino e Pesquisa, Ministério da Saúde. <http://ensino.hospitalsiriolibanes.com.br/downloads/caderno-mestrado-2014.pdf>.
- Parecer CNE/CES nº 583/2001 de 4 de abril de 2001. (2001). Orientação para as diretrizes curriculares dos cursos de graduação. Diário Oficial da União. Brasília: MEC/CNE. CES0583.doc (mec.gov.br).
- Porto, Paulo A.; Queiroz, Salete L. (2021). Argumentação no ensino de química: pesquisas nacionais em destaque. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 1, p.3. Disponível em: http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc43_1/02-Editorial-43-1.pdf
- Sá, L.P. (2010). Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de química. Tese de doutorado – Universidade Federal de São Carlos, Biblioteca Digital: USP.
- Sá, L. P.; Queiroz, S. L. (2010). Estudo de casos no ensino de química. (2ª ed.) Campinas: Átomo.
- Sabino, J. G., Hirooka, E. Y., & Souza, M. de L. R. de. (1998). Intoxicação alimentar por queijo Minas contaminado com *Staphylococcus aureus*. *Revista de Saude Publica*, *22(5)*, 458-461. <https://www.scielo.br/j/rsp/a/mw4fMjmBnm7Jxb3g5xC5N5d/?format=pdf&lang=pt>
- Santos, D. M. B., & Silva, C. A. S. (2015). Evaluation of students' general perceptions of Problem-Based Learning in a Computer Engineering program in Brazil. *Problems of Education in the 21st Century*, *68*, 74–83. EVALUATION OF STUDENTS' GENERAL PERCEPTIONS OF PROBLEM-BASED LEARNING IN A COMPUTER ENGINEERING PROGRAM IN BRAZIL | *Problems of Education in the 21st Century* (scientiasocialis.lt)
- Santos, M. J. dos, Silva, A. de F. A. da, & Souza, V. C. de A. S. (2016, junho). Estudo de Casos e desenvolvimento da argumentação sobre questões sociocientíficas por estudantes de Química Geral da Universidade Federal de Viçosa (MG). *Anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ)*, Florianópolis, SC, Brasil, 18.
- Santos, F. dos (2020). Argumentação em uma sequência de ensino investigativa envolvendo Química Forense. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Sergipe. Repositório Institucional: UFS.

- Sasseron, L. H.; & Carvalho A. M. P. (2013). Ações e indicadores da construção do argumento em aula de Ciências. *Revista Ensaio*, 15(2), 169-189. <https://www.scielo.br/j/epec/a/wKdhNfDV76vwkjB9jR4ZfJg/?lang=pt&format=pdf>.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2002). Enhancing the quality of argumentation in school science. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA, United States.
- Simon, S.; Erduran, S.; & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 235–260. <https://doi.org/10.1080/09500690500336957>
- Souza, N. dos S., & Queiroz, S. L. (2014.) Questões Sociocientíficas na Promoção da Argumentação Colaborativa no Ensino Superior de Química. *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa Ensino de Ciências (ENPEC)*, Ouro Preto, MG, Brasil, 17.
- Souza, N. dos S., Cabral, P. F. O., & Queiroz, S. L. (2015). Argumentação de Graduandos em Química sobre Questões Sociocientíficas em um Ambiente Virtual de Aprendizagem. *Química Nova na Escola*, 37(1), 95-109. 12-CP-95-14.pdf (sbq.org.br).
- Souza, N. dos S. (2017). Argumentação colaborativa mediada por computador no ensino superior de química. Tese de doutorado – Universidade Federal de São Carlos. Biblioteca Digital: USP.
- Tosetto, E. E., Andrioli, A. I., & Cristofoli, P. I. (2021). Análises das causas das subnotificações das intoxicações por agrotóxicos na rede de saúde em município do sul do Brasil. *Ciência e Saúde Coletiva*, 26(12), 6037-6047. Análises das causas das subnotificações das intoxicações por agrotóxicos na rede de saúde em município do sul do Brasil - Artigos - *Revista Ciência & Saúde Coletiva* (cienciaesaudecoletiva.com.br)
- Toulmin, S. (2006). *Os usos do argumento* (2ª ed.) Trad. Reinaldo Guarany. São Paulo: WMF Martins Fontes.
- UFSCar. Projeto Político Pedagógico do Curso de Medicina [Internet]. São Carlos; 2007. http://www.prograd.ufscar.br/projetoped/projeto_medicina.pdf.
- Valente, W. R. (2018). Processos de Investigação Histórica da Constituição do Saber Profissional do Professor que Ensina Matemática. *Acta Scientiae*, 20(3), 377-385. <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/viewFile/3906/3178>.
- Ventura, M. M. (2007). O estudo de caso como modalidade de pesquisa. *Rev SOCERJ*, 20(5), 383-386. a2007_v20_n05_art10.pdf (cardiol.br)
- Yeh, K., & She, H. (2010). On-line synchronous scientific argumentation learning: nurturing students' argumentation ability and conceptual change in science context. *Computers & Education*, 55(2), 586-602. doi:10.1016/j.compedu.2010.02.020