

**ANÁLISE DA QUALIDADE DOS ARGUMENTOS ESCRITOS CONSTRUÍDOS
POR ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL EM ATIVIDADES
INVESTIGATIVAS DE DIFERENTES GRAUS DE ABERTURA**

Autor¹: Aline Mendes Geraldi
Autor²: Daniela Lopes Scarpa

Modalidade: Comunicação científica



Resumo

O ensino de ciências por investigação representa um importante caminho para a promoção da alfabetização científica, além de fomentar a argumentação. O presente trabalho tem o objetivo de buscar relações entre diferentes graus de abertura de atividades investigativas e a qualidade de argumentos desenvolvidos ao longo desse processo, em um projeto de Iniciação Científica Júnior, com estudantes do ensino fundamental II. Foram propostas duas aplicações das atividades investigativas: uma chamada de sequencial, seguindo a ordem proposta na literatura da área, e outra, sem seguir a ordem proposta, chamada de invertida. As análises foram conduzidas com base em duas ferramentas para verificar a qualidade dos argumentos, em relação à sua estrutura e ao conhecimento científico utilizado para embasá-lo. As análises apontaram que os estudantes são capazes de desenvolver argumentos ao se envolverem em atividades investigativas. Porém, o grau de abertura das atividades foi um dos fatores que influenciou nesse processo e na qualidade desses argumentos. Os resultados evidenciam a importância das atividades investigativas, em seus diferentes graus de abertura, como propostas que fomentam e qualificam a argumentação no ensino de ciências.

Palavras-chave: Argumento. Ensino de ciências. Ensino de ciências por investigação. Graus de abertura.

Problema

Quais relações podem ser estabelecidas entre a ordem de aplicação de atividades investigativas de diferentes graus de abertura e a qualidade dos argumentos escritos construídos por estudantes de ciências?

Objetivo

O objetivo deste estudo é buscar relações entre diferentes graus de abertura de atividades investigativas e a qualidade de argumentos desenvolvidos por estudantes de ciências ao longo desse processo.

Metodologia

Este trabalho foi autorizado pelo Comitê de Ética do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (registro CAAE 55609816.2.0000.5464) e caracteriza-se como parte da pesquisa de mestrado da primeira autora. Foi realizado em um colégio particular de educação básica do interior de São Paulo que desenvolve um projeto de Iniciação Científica Júnior, para o qual estudantes do ensino fundamental II são convidados a participar de acordo com o seu desempenho escolar, principalmente, na área de ciências. O principal objetivo do projeto é proporcionar aos estudantes a vivência de práticas científicas que envolvem a construção do conhecimento na ciência, para que eles possam aplicar de maneira prática seus conhecimentos prévios e os que são construídos em suas aulas regulares.

Os estudantes, de faixa etária entre 11 e 12 anos, cursavam o 6º e o 7º ano do ensino fundamental. Os pais e os estudantes foram esclarecidos sobre a pesquisa e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para a autorização do estudo. Suas imagens e nomes foram preservados.

Os estudantes foram divididos em pequenos grupos de trabalho. A aplicação da metodologia descrita a seguir foi realizada em dois momentos, com dois grupos de estudantes distintos: primeiramente, com um grupo cujas atividades investigativas foram propostas na ordem do menor grau de abertura para o de maior grau de abertura (grau 1 de abertura ao grau 3); posteriormente, com um grupo de estudantes cujas atividades investigativas foram propostas do grau de maior abertura ao grau de menor de abertura (grau 3 de abertura ao grau 1). As aplicações foram chamadas de sequencial (seguindo a ordem progressiva dos graus de abertura) e invertida (sem levar em consideração a ordem progressiva dos graus de abertura).

Seguindo as caracterizações propostas por Banchi e Bell (2008), a atividade de grau 1 de abertura fornecia aos estudantes o problema, os procedimentos, os dados coletados e as conclusões de uma investigação fictícia já realizada; na de grau 2, os estudantes deveriam executar experimentos e coletar os dados, gerando as suas próprias conclusões; já a atividade de maior grau de abertura fornecia apenas o problema, aos estudantes caberia buscar os

procedimentos e as soluções para as questões da atividade, por isso, caracterizada como de grau 3.

A atividade de grau 1 de abertura - retirada de Trivelato e Silva (2011), retirada e adaptada, por sua vez, de Jiménez-Aleixandre et al. (2009) - abordava a possível influência das fases da lua no desenvolvimento vegetal, a partir de dados coletados por um grupo fictício de estudantes. Já a atividade de grau 2 de abertura foi desenvolvida com o objetivo dos estudantes coletarem dados a partir de um problema proposto e de um experimento sobre evidências da fotossíntese realizada pela planta aquática *Elodea* sp.

Por fim, a atividade grau 3 de abertura abordava um problema vivenciado ao longo das aulas do projeto: o fato de os peixes do aquário do laboratório terem morrido após um curto tempo de vida.

Participaram 10 estudantes em cada aplicação com atividades investigativas propostas semanalmente; em um semestre, foi realizada a aplicação sequencial, e no outro, a aplicação invertida. As características dos dois grupos de estudantes que participaram das duas formas de aplicação eram as mesmas, como já descritas anteriormente.

Os dados foram coletados por meio dos registros escritos nos diários de bordo dos estudantes. O diário de bordo é um instrumento de registro importante entre os estudantes do projeto de Iniciação Científica Júnior. Nele, os estudantes registram as atividades propostas ao longo das aulas, as análises de experimentos realizados, coletas de dados e reflexões sobre as evidências encontradas.

Para a presente pesquisa, o diário de bordo serviu apenas como instrumento para coleta dos registros escritos das respostas às questões propostas nas atividades investigativas. As atividades eram propostas pela professora e os estudantes trabalhavam com protagonismo nos pequenos grupos.

Também é relevante esclarecer que o foco da presente investigação foi na ação dos estudantes e em seus registros escritos; não foram analisadas as ações e orientações docentes ao longo das atividades, já que a primeira autora deste trabalho é que atuava como professora ao longo das atividades propostas.

Ao final do semestre e da aplicação de todas as atividades, os diários de bordo dos estudantes foram recolhidos para a posterior transcrição literal dos registros escritos de todas as atividades. Esses registros foram posteriormente organizados em mapas de episódios argumentativos, em arquivos do *Microsoft Word* - tabelas para organização das respostas individuais dos estudantes e caracterização dos argumentos. Quando as respostas eram classificadas como argumentos (presença dos elementos do Padrão Argumentativo de Toulmin), foram analisadas segundo a sua estrutura e a utilização de conhecimento científico para embasá-las.

Uma das principais questões presentes na análise de argumentos é o que define ser um argumento melhor que outro. Para responder a essa questão Osborne, Erduran e Simon (2004) construíram, baseados no padrão argumentativo de Toulmin (TAP), um quadro de análise para os níveis de qualidade dos argumentos (Tabela 1). A ferramenta foi utilizada para identificar a qualidade estrutural dos argumentos.

Nível 1	O argumento é composto simplesmente pela conclusão <i>versus</i> uma oposição, ou conclusão <i>versus</i> outra conclusão.
Nível 2	O argumento é composto de conclusão seguida por dado e/ou justificativa, e não apresenta uma refutação.
Nível 3	O argumento é composto por conclusão seguida de dado e/ou justificativa; ocasionalmente, apresenta uma fraca refutação.
Nível 4	O argumento apresenta a conclusão seguida de dado e justificativa, além de uma refutação claramente identificável.
Nível 5	O argumento apresenta a conclusão seguida de dado e justificativa, além de propor mais de uma refutação; apresenta uma discussão mais extensa.

Tabela 1: Qualidade do argumento segundo a sua composição (adaptado e traduzido de Osborne; Erduran; Simon, 2004).

Para Osborne, Erduran e Simon (2004), as refutações servem de parâmetro para reconhecer os argumentos de melhor qualidade, ou seja, estão presentes nos níveis mais elevados de um argumento. A habilidade de utilizar refutações se constitui no nível mais complexo de argumentação, em que um indivíduo deve integrar a teoria original à teoria alternativa e defendê-la como a mais correta (KUHN, 1993).

Além da qualidade da estrutura do argumento, também foi analisada a qualidade do conhecimento científico utilizado pelos estudantes em seus argumentos escritos. Segundo Bunterm et al., (2014) e Minner, Levy e Century (2010), o ensino por investigação influencia na qualidade do conteúdo científico construído pelos estudantes. Para essa análise nos embasamos na pesquisa de Zohar e Nemet (2002).

As categorias desenvolvidas pelos autores foram traduzidas e adaptadas na presente pesquisa para verificação do conhecimento científico utilizado pelos estudantes nas atividades investigativas propostas (tabela 2). Com o objetivo de facilitar as análises nos mapas de episódios e no tratamento dos dados, foram atribuídas letras para cada nível de qualidade do conhecimento científico, como observado na tabela a seguir:

Nível	Características
A	A resposta do estudante não inclui nenhuma consideração ao conhecimento científico.
B	A resposta do estudante inclui conhecimentos científicos considerados como incorretos.
C	A resposta do estudante inclui um conhecimento científico que não é específico para a pergunta realizada.
D	A resposta do estudante inclui conhecimentos científicos considerados como corretos.

Tabela 2: Ferramenta de análise da qualidade do conteúdo científico (adaptado e traduzido de Zohar; Nemet, 2002).

Fundamentação teórica

O ensino de ciências já percorreu diferentes caminhos considerando-se o período da segunda metade do século XIX até os dias atuais. Essa evolução se deve às mudanças que ocorreram na sociedade em seus diferentes estratos: político, histórico e filosófico. Dentre esses caminhos, podemos citar o ensino de ciências por investigação (EnCI), ou *Inquiry-Based Science Education* (IBSE), que ainda representa forte influência nos parâmetros curriculares americanos e europeus (DEBOER, 2006), no entanto, ainda não atingiu um impacto significativo na educação brasileira (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

O EnCI se caracteriza como uma abordagem didática em que os estudantes se engajam na resolução de um problema e se envolvem com alguns aspectos epistemológicos da Ciência, atuando com protagonismo ao longo das aulas de ciências (SCARPA; GERALDI, 2016). Alguns desses aspectos epistemológicos são o levantamento e a análise de dados; a construção de afirmações baseadas em evidências; comunicação e debate de resultados; e o desenvolvimento de habilidades argumentativas (NRC, 1996).

Ao analisarmos a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino fundamental (MEC, 2017) é possível identificar alguns trechos relacionados ao ensino de ciências por investigação (EnCI), como por exemplo:

[...] o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem.

(MEC, 2017, p. 318)

Portanto, as atividades investigativas tem papel fundamental na construção do conhecimento científico pelos estudantes, além de contribuir com o processo de alfabetização científica nas aulas de ciências (NRC, 1996; DEBOER, 2006; CARVALHO, 2013; SCARPA; SILVA, 2013; SASSERON, 2013).

Ainda refletindo sobre a aproximação dos estudantes a aspectos epistemológicos da ciência e a promoção da alfabetização científica, devemos considerar que diferentes níveis de investigação fazem parte do cotidiano dos cientistas. Ora eles utilizam protocolos já prontos e consolidados, ora desenvolvem novas maneiras de investigar um determinado assunto (MUNFORD; LIMA, 2007). No ensino de ciências, as atividades propostas também podem ter diferentes graus de liberdade, de acordo com as informações que são fornecidas aos estudantes durante as suas investigações (PELLA, 1969).

Banchi e Bell (2008) classificam as atividades investigativas em quatro graus de abertura (Tabela 3): nível 1 ou confirmação (*confirmation inquiry*), nível 2 ou investigação estruturada (*structured inquiry*), nível 3 ou investigação guiada (*guided inquiry*) e nível 4 ou investigação aberta (*open inquiry*). As atividades baseadas nesses níveis podem variar desde altamente dirigidas pelo professor para altamente centralizadas no estudante, com base na quantidade de

informações que são fornecidas aos estudantes. A tabela 3 resume a classificação proposta pelos autores:

Graus de abertura	Questão	Procedimentos	Solução
1 – Confirmação: Estudantes confirmam um princípio baseados em resultados que já conheciam anteriormente.	✓	✓	✓
2 – Investigação estruturada: Estudantes investigam uma questão por meio dos procedimentos propostos pelo professor.	✓	✓	
3 – Investigação guiada: Estudantes investigam a questão apresentada pelo professor, construindo e selecionando os procedimentos.	✓		
4 – Investigação aberta: Estudantes investigam questões que eles mesmos formularam. Eles também elaboram os procedimentos.			

Tabela 3: Graus de abertura do EnCI (adaptados e traduzidos de Banchi; Bell, 2008).

Ainda, podemos afirmar que no ensino de ciências por investigação um elemento chave é o desenvolvimento de argumentos a partir de evidências (NRC, 2012, p.49). Diferentes autores concordam com a ideia de que uma abordagem de ensino investigativa pode servir de suporte para a argumentação (DUSCHL, 2008; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE et al., 2009; PUIG; TORIJA; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2012; SASSERON; MACHADO, 2017).

Nas pesquisas em ensino de ciências, o tema argumentação tem estado em evidência nos últimos anos (LIN et al., 2014). O padrão argumentativo de Toulmin (TAP) destaca-se entre essas pesquisas, ora utilizado como embasamento teórico, ora utilizado como ferramenta analítica, ou ambos (ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; ERDURAN, 2008; SASSERON; CARVALHO, 2011).

Toulmin apresentou os elementos básicos que formam um argumento - os elementos identificados para a presente pesquisa foram: dado; conclusão; justificativa; refutação - e as relações existentes entre eles. A definição teórica de argumento proposta por Toulmin (2006) pode dar origem a diferentes abordagens metodológicas, que podem contribuir para o conhecimento no campo da educação científica (ERDURAN, 2008).

Considerando a relevância da argumentação no ensino de ciências e a sua relação com uma abordagem investigativa de ensino, apresentamos a seguir os resultados obtidos em nossa pesquisa, buscando relações entre os diferentes graus de abertura do EnCI e a qualidade de argumentos escritos desenvolvidos por estudantes de ciências do ensino fundamental.

Resultados obtidos

Ao analisar a relação entre o total de respostas dos estudantes nas atividades investigativas e o total de argumentos desenvolvidos, foi possível verificar que na aplicação sequencial, de 131 respostas transcritas, 71 delas foram caracterizadas como argumentos, representando 54,2% do total de respostas. Já na aplicação invertida, foram transcritas 124 respostas e 68 dessas foram caracterizadas como argumentos, representando 54,83% do total.

No geral, ao longo da análise dos argumentos construídos nas duas aplicações, destacaram-se argumentos caracterizados como de nível 2 de qualidade, ou seja, argumentos compostos por conclusão seguida de dado e/ou justificativa, representando 76,05% do total de argumentos na aplicação sequencial e 75% do total na invertida. Podemos observar esses e outros dados obtidos na tabela 4:

Qualidade da estrutura	Sequencial		Invertida	
	N (total)	%	N (total)	%
Nível 1	14 (71)	19,72	17 (68)	25
Nível 2	54 (71)	76,05	51 (68)	75
Nível 3	3 (71)	4,22	0 (68)	0

Tabela 4 – Análise geral da qualidade estrutural dos argumentos.
Fonte: elaboração das autoras.

O destaque para a construção de argumentos de nível 2 também foi observado por outros pesquisadores, apesar de apresentarem diferentes contextos de pesquisa (ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004; DAWSON; VENVILLE, 2009; KATCHEVICH; HOFSTEIN; MAMLOK-NAAMAN, 2013). Por exemplo, Erduran e seus colaboradores (2004) verificaram que argumentos de nível 2 de qualidade se mantinham em destaque mesmo após o processo de intervenção docente. Logo, os autores observaram a preocupação dos estudantes em fundamentar os seus argumentos, relacionando dois ou mais componentes do padrão argumentativo de Toulmin.

Outro destaque foi a redução da quantidade de argumentos mais simples (nível 1 de qualidade) ao longo do aumento dos graus de abertura, tanto na aplicação sequencial quanto na aplicação invertida, como é possível verificar nos gráficos apresentados adiante. Desse modo, independentemente da ordem em que as atividades foram propostas, as de maior grau de abertura proporcionaram o desenvolvimento de argumentos mais completos do ponto de vista estrutural (figura 1 e figura 2).

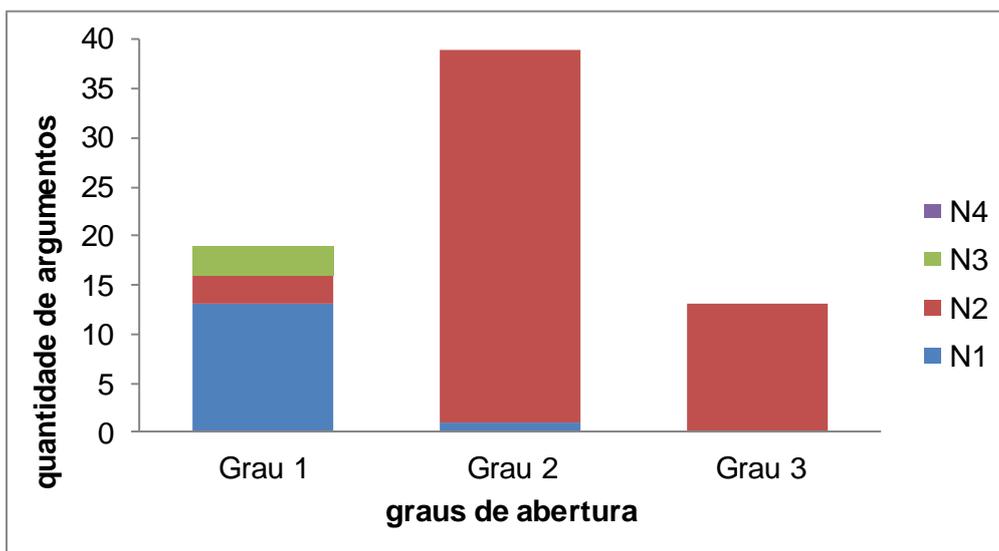


Figura 1 – Análise geral da quantidade e qualidade da estrutura dos argumentos na aplicação sequencial.

Fonte: elaboração das autoras.

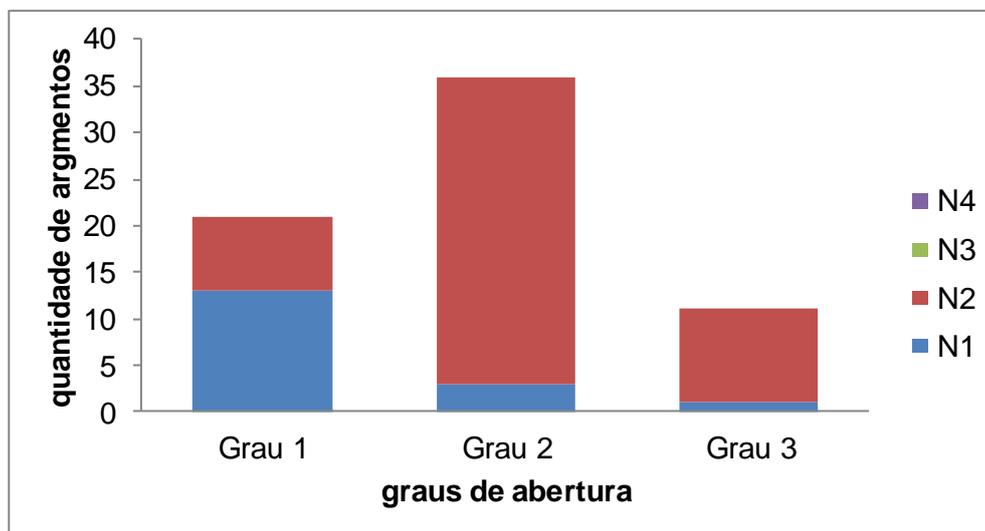


Figura 2 – Análise geral da quantidade e qualidade da estrutura dos argumentos na aplicação invertida.

Fonte: elaboração das autoras.

Vale ainda ressaltar que se analisássemos a figura 2 temporalmente, ou seja, na sequência de aplicação (invertida), poderíamos verificar o aumento da quantidade de argumentos de nível 1 ao longo das atividades e não o seu declínio. Porém, ao organizarmos da maneira exposta no gráfico, verificamos com mais clareza que a qualidade do argumento relacionou-se com a atividade proposta e seu grau de abertura, independentemente da ordem de aplicação, uma vez que se tratavam das mesmas atividades nas duas formas de aplicação.

De maneira semelhante, na pesquisa de Katchevich e colaboradores (2013), as atividades de confirmação (grau 1) proporcionaram a construção de uma maior quantidade de argumentos que eram compostos apenas por conclusões, e essa quantidade foi reduzida de quase 60% para 20% nas atividades investigativas de maior grau de abertura. No nosso caso, o que chama

a atenção é o fato de não importar a sequência em que as atividades de diferentes graus de abertura foram aplicadas.

Somando-se às análises anteriores, apresentaremos os dados obtidos em relação à qualidade do conhecimento científico utilizado nos argumentos construídos nas duas formas de aplicação (sequencial e invertida). Para tal, utilizamos a ferramenta adaptada e traduzida de Zohar e Nemet (2002), descrita anteriormente (tabela 2), que vai do nível A ao nível D de qualidade.

Em uma análise geral, na aplicação sequencial, do total de 71 argumentos construídos, mais da metade deles (52,11%) foram caracterizados como de nível B, ou seja, incluíam conhecimentos científicos considerados incorretos. Já os argumentos de nível D, ou seja, que apresentavam apenas conhecimentos considerados corretos, representaram 42,25% do total de argumentos. Em menor proporção, apareceram argumentos de nível A (4,22%), em que os conhecimentos científicos não foram incluídos, além de argumentos de nível C (1,4%), que apresentaram conhecimentos científicos que não correspondiam às questões da atividade (tabela 5).

Já na aplicação invertida, o destaque foi para os argumentos que incluíam conhecimentos científicos considerados corretos (nível D), representando 53% do total. Os argumentos de níveis B e A representaram, respectivamente, 28% e 19% de todos os argumentos construídos. Nenhum argumento foi identificado como de nível C nessa aplicação, ou seja, aquele que incluiria um conhecimento científico não específico para a pergunta realizada (tabela 5).

Qualidade do conhecimento	Sequencial		Invertida	
	N (total)	%	N (total)	%
A	3 (71)	4,22	13 (68)	19
B	37 (71)	52,11	19 (68)	28
C	1 (71)	1,40	0 (68)	0
D	30 (71)	42,25	36 (68)	53

Tabela 5 – Análise geral da qualidade do conhecimento científico dos argumentos.
Fonte: elaboração das autoras.

Concluimos, então, que na aplicação invertida, iniciando-se pela atividade de maior grau de abertura (grau 3), a maior quantidade de argumentos foi caracterizada como de nível D (com conceitos científicos corretos). Já na aplicação sequencial, a maior quantidade de argumentos foi caracterizada como de nível B (incluíam conceitos científicos incorretos). Porém, na aplicação invertida uma maior quantidade de argumentos de nível A (que não apresentavam conhecimentos científicos) foi identificada ao compararmos com a aplicação sequencial, ou seja, uma maior quantidade de estudantes não articularam conceitos científicos para embasar seus argumentos, mesmo que esses

estivessem corretos do ponto de vista estrutural, relacionando, ao menos, duas conclusões ou dado e conclusão.

Também foi possível verificar uma pequena quantidade de argumentos de nível C: apenas um na aplicação sequencial e nenhum na aplicação invertida. Logo, os estudantes compreenderam os comandos das questões em todas as atividades e não articularam conceitos que não correspondiam ao que era questionado.

Ao analisarmos a qualidade do conhecimento científico dos argumentos, em cada um dos graus de abertura, na aplicação sequencial, tanto na atividade de grau 1, quanto na de grau 2, a maior parte dos argumentos foram caracterizados como de nível B, ou seja, incluíam conceitos científicos considerados incorretos. Já na atividade de grau 3 de abertura, todos os argumentos foram caracterizados como de nível D, apresentando apenas conceitos científicos corretos.

Logo, na aplicação sequencial, ainda que a atividade de grau 2 de abertura tenha permitido a construção de uma maior quantidade de argumentos e de maior qualidade do ponto de vista estrutural (componentes do padrão argumentativo de Toulmin), o mesmo não ocorreu ao analisarmos o conhecimento científico utilizado pelos estudantes, em razão de a maioria dos argumentos estarem classificados como de nível B.

Concluimos, então, que argumentos de maior qualidade estrutural, nem sempre apresentam conhecimentos científicos corretos para embasá-los. Salvo o contexto da pesquisa, resultados semelhantes foram evidenciados por Silva (2011), nos quais muitos dos argumentos identificados foram invalidados por apresentarem erros conceituais em seus embasamentos.

Na aplicação invertida, na atividade de grau 1 de abertura, a maioria dos argumentos foram classificados como de nível A, ou seja, os estudantes não articularam conceitos científicos em suas respostas. Diferente do que foi observado na aplicação sequencial, na atividade de grau 2 de abertura a maioria dos argumentos foram caracterizados como de nível D e apresentavam conceitos científicos corretos.

Já na atividade de grau 3 de abertura, semelhante ao que observamos na aplicação sequencial, a maioria dos argumentos foram classificados como de nível D, e apenas um argumento foi caracterizado como de nível A. Ou seja, independentemente da forma como foram aplicadas as atividades, a proporção de argumentos de melhor qualidade em relação ao uso do conhecimento científico ocorreu na atividade de maior grau de abertura (grau 3), na qual foi apresentado aos estudantes apenas o problema, e esses deveriam buscar os procedimentos e as soluções. Todos esses dados estão evidenciados nos gráficos a seguir (figuras 3 e 4):

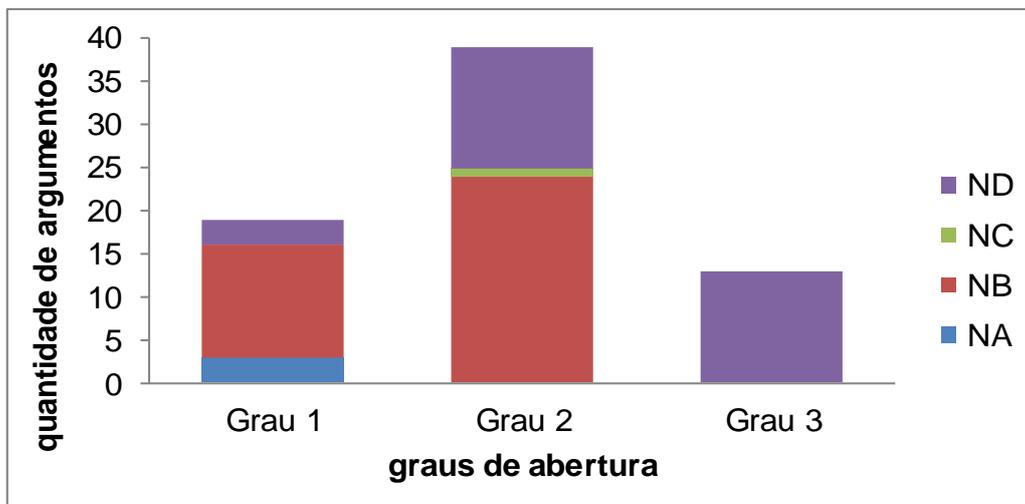


Figura 3 – Análise geral da quantidade e qualidade do conhecimento científico utilizado nos argumentos da aplicação sequencial.
Fonte: elaboração das autoras.

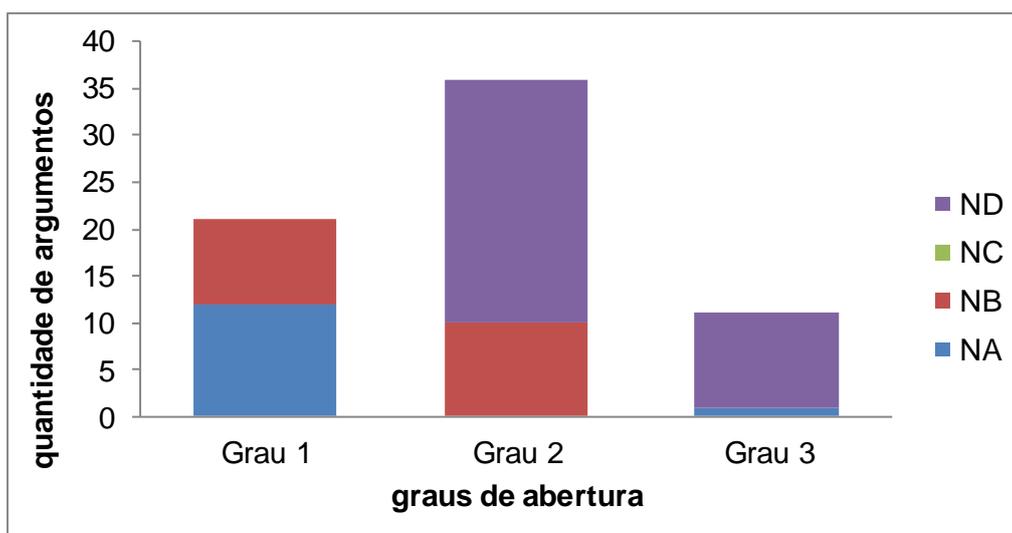


Figura 4 – Análise geral da quantidade e qualidade do conhecimento científico utilizado nos argumentos da aplicação invertida.
Fonte: elaboração das autoras.

Ainda em relação aos dados dos gráficos apresentados nas figuras 3 e 4, diferentemente da aplicação sequencial, na aplicação invertida, a atividade de grau 2 de abertura apresentou a maior quantidade de argumentos classificados como de nível D (mais de 70% do total). Somando-se aos dados relacionados à qualidade da estrutura dos argumentos, nesse grau de abertura, a maior parte dos argumentos apresentou mais qualidade tanto em relação à estrutura quanto em relação ao conhecimento científico.

Outro dado relevante foi o fato de que tanto na aplicação sequencial, quanto na invertida, ocorreu o aumento da proporção de argumentos de nível D (com conceitos científicos corretos) ao longo dos graus de abertura, evidenciando

que o aumento do grau de abertura, independentemente da maneira como foram aplicados, permitiu uma maior proporção de argumentos de mais qualidade em relação ao conhecimento científico utilizado para embasá-los.

Mais uma evidência importante foi a redução da proporção de argumentos de nível B (compostos de conceitos científicos considerados incorretos) ao longo do aumento dos graus de abertura. Na aplicação sequencial, passou de 68,42% no grau 1, para 61,53% no grau 2, e, por fim, no grau 3, nenhum argumento foi caracterizado como de nível B. Na aplicação invertida, também foi possível observar essa redução: de 42,85% no grau 1 de abertura, para 27,77% no grau 2, e, finalmente, no grau 3, de maneira semelhante à aplicação sequencial, nenhum argumento foi caracterizado como de nível B.

Conclusão

A análise realizada nesta pesquisa nos leva a afirmar que promover atividades investigativas, independentemente de seu grau de abertura, estimula o desenvolvimento de argumentos por parte dos estudantes de ciências. O professor, diante de seu planejamento, poderá introduzir atividades investigativas que contemplem diversos objetivos, inclusive o de promover a qualificação da argumentação de seus estudantes, contribuindo para uma das principais metas do ensino de ciências: a alfabetização científica.

De uma maneira geral, uma parte considerável dos argumentos construídos envolveram pelo menos dois componentes do padrão argumentativo de Toulmin, principalmente, nas atividades de maior grau de abertura. Além disso, analisando-se os conceitos científicos utilizados no embasamento dos argumentos, verificamos que esses foram apresentados com mais qualidade nos graus de abertura 2 e 3, ou seja, quando foi possível aos estudantes realizarem a coleta e a análise de dados, atuando com maior protagonismo. Logo, a qualidade dos argumentos apresentou-se relacionada ao grau de abertura das atividades, independentemente da ordem em que as atividades de graus 2 e 3 de abertura foram propostas.

Também concluímos que no ensino de ciências deveriam ser introduzidas atividades investigativas com mais frequência, visto que até em atividades de grau 1 de abertura foi possível verificarmos a produção de argumentos, mesmo que mais simples, de nível 1 de qualidade em sua maioria. No Brasil, dificilmente esse tipo de atividade é contemplada, além de não ser utilizada com frequência como objeto de estudo nos trabalhos em educação e ensino de ciências, representando um fator motivador para futuras pesquisas.

Os resultados aqui explicitados podem motivar professores e pesquisadores a utilizar atividades investigativas em seus diferentes contextos de atuação, variando o grau de abertura de acordo com os seus objetivos. Além disso, por meio dessas atividades, outras habilidades científicas poderão ser investigadas, além da argumentação.

Ressaltamos que como esses resultados podem estar diretamente relacionados ao nosso contexto de pesquisa, outros pesquisadores podem ser incentivados a aplicarem esta metodologia em outros cenários de aprendizagem.

Referências bibliográficas

BANCHI, H.; BELL, R. The many levels of inquiry. **Science and children**, v. 46, n. 2, p. 26, 2008.

BUNTERM, T. et al. Different Levels of Inquiry Lead to Different Learning Outcomes? A comparison between guided and structured inquiry. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 12, p. 1937–1959, 2014.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DAWSON, V.; VENNVILLE, G. J. High-school Students' Informal Reasoning and Argumentation about Biotechnology: An indicator of scientific literacy? **International Journal of Science Education**, v. 31, n. 11, p. 1421-1445, 2009.

DEBOER, G. E. Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In: FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. **Scientific Inquiry and Nature of Science**. Springer, 2006. Cap. 2, p. 17-35.

DUSCHL, R. A. The HS Lab Experience: Reconsidering the Role of Evidence, Explanation. **National Research Council**, 2008. Disponível em: <http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_073329.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2014.

ERDURAN, S. Methodological Foundations of Learning Argumentation. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. Florida: Springer, 2008.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse. **Wiley InterScience. Publicação on-line.**, 2004.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. et al. **Resources for introducing argumentation and the use of evidence in science classrooms**. Santiago de Compostela: University of Santiago de Compostela, 2009.

KATCHEVICH, D.; HOFSTEIN, A.; MAMLOK-NAAMAN, R. Argumentation in the Chemistry Laboratory: Inquiry and Confirmatory Experiments. **Research in Science Education**, v. 43, n. 1, p. 317-345, 2013.

KUHN, D. Science as Argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking. **Science Education**, v. 77, n. 3, p. 319-337, 1993.

LIN, T.-C.; LIN, T.-J.; TSAI, C.-C. Research Trends in Science Education from 2008 to 2012: A systematic content analysis of publications in selected journals. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 8, p. 1346-1372, 2014.

MEC. **Base Nacional Comum Curricular +**. Brasília: Secretaria da Educação Básica, 2017.

MINNER, D. D.; LEVY, A. J.; CENTURY, J. Inquiry-Based Science Instruction - What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 47, n.4, p. 474 - 496, 2010.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. D. C. E. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **National science education standards**. Washington: National Academy Press, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **A framework K-12 Science Education**. Washington. 2012.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 10, p. 994-1020, 2004.

PELLA, M. O. The laboratory and science teaching. **The Science Teacher**, p. 20-31, 1969.

PUIG, B.; TORIJA, B. B.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **Argumentation in the classroom: two teaching sequence**. Univeridade de Santiago de Compostela. Danú. 2012.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de Ciências por Investigação**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. pp. 41-61.

SASSERON, L.H.; MACHADO, V.F. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar Física**. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. D. Uma Análise dos Referenciais Teóricos sobre a Estrutura do Argumento para Estudos de Argumentação no Ensino de Ciências. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 243-262, 2011.

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. E. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de Ciências por Investigação - condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, pp. 129-152, 2013.

SCARPA, D.L.; GERALDI, A.M. **Metodologias ativas: ensino por investigação**. São Paulo: FTD, 2016.

SILVA, R. D. P. O. **Análise da argumentação e de seus processos formadores em uma aula de Biologia**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências**. São Paulo: Cengage Learning. Coleção ideias em ação. Coord. CARVALHO A.M.P., 2011.

ZOHAR, A.; NEMET, F. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 1, p. 35-62, 2002.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 3 p. 67-80, 2011.