

Relações entre o grau de abertura de atividades investigativas e a qualidade dos argumentos construídos por estudantes do ensino fundamental

Relations between the levels of inquiry activities and the quality of the arguments constructed by elementary school students

Aline Mendes Geraldi

Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências – USP
aline.geraldi@usp.br

Daniela Lopes Scarpa

Instituto de Biociências - USP
dlscarpa@usp.br

Resumo

O ensino de ciências por investigação representa um importante caminho para a promoção da alfabetização científica. A argumentação é uma das principais habilidades que podem ser desenvolvidas por meio dessa abordagem de ensino, além de aproximar os estudantes do processo da construção do conhecimento científico. O presente trabalho tem o objetivo de investigar relações entre diferentes graus de abertura de atividades investigativas e a qualidade de argumentos desenvolvidos ao longo das mesmas. Ele foi realizado no contexto de Iniciação Científica Júnior, com estudantes do ensino fundamental II. As análises foram conduzidas com base em duas ferramentas: uma fundamentada no padrão argumentativo de Toulmin (TAP), e outra, que avalia a qualidade do conhecimento científico utilizado para embasar argumentos. Verificou-se o desenvolvimento de argumentos de maior qualidade estrutural ao longo do aumento dos graus de abertura, igualmente em relação ao uso de conhecimentos científicos considerados corretos do ponto de vista conceitual.

Palavras chave: argumento, ensino de ciências, ensino por investigação, conhecimento científico, padrão argumentativo de Toulmin

Abstract

The inquiry-based science education represents an important gateway for the scientific literacy. Argumentation is one of the main skills that can be developed through this teaching approach, in addition approximates students of the construction scientific knowledge procedure. The present work has the objective of investigating relationships between different levels of inquiry and the quality of arguments developed throughout them. It was carried out in the context of scientific research, with elementary students. The analyzes were conducted on the basis of two tools: one based on the Toulmin's argument pattern (TAP), and another, which evaluates the quality of scientific knowledge used to support arguments. It was verified

the development of arguments of higher structural quality along the increase levels of inquiry, equally in relation to the use of scientific knowledge considered correct from the conceptual point of view.

Key words: argument, science education, inquiry, scientific knowledge, Toulmin's argument pattern

Introdução

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 por investigação, 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), apesar de muitos objetivos para o ensino de ciências, presentes nos documentos nacionais, estarem relacionados aos princípios do ensino por investigação (BRASIL, 1998; BRASIL, 2016).

Não há uma definição geral e única para o ensino por investigação (BUNTERM et al., 2014), mas é possível afirmar ser uma abordagem do ensino de ciências já defendida por Joseph Schwab desde meados de 1960 (NRC, 2000), e que apresenta suas raízes construtivistas baseadas nas teorias de Vygotsky, Piaget e Ausubel (MINNER; LEVY; CENTURY, 2010; SCARPA; SILVA, 2013). Logo, em sua essência, o ensino por investigação se caracteriza por uma abordagem ativa de aprendizagem, em que os estudantes buscam responder aos problemas propostos por meio da análise de dados (BELL; SMETANA; BINNS, 2005).

O ensino de ciências por investigação também é um caminho para se alcançar a alfabetização científica (NRC, 1996; DEBOER, 2006; CARVALHO, 2013; SCARPA; SILVA, 2013; SASSERON, 2013), que possibilita aos estudantes refletir sobre as melhores decisões a serem tomadas diante de problemas, tanto em seu cotidiano quanto na sociedade (SASSERON, 2013), para isso deverão ser capazes de avaliar e aplicar os seus conhecimentos científicos (DAWSON; VENVILLE, 2009).

Inicialmente, as atividades investigativas no ensino de ciências eram relacionadas apenas ao que acontecia dentro dos laboratórios (NRC, 1996). Atualmente, sabe-se que uma investigação pode ocorrer em qualquer tipo de atividade que se realize em sala de aula, não estando condicionada a acontecer somente em aulas experimentais. Não importa a forma da atividade que será proposta, o mais relevante é que haja um problema a ser resolvido e que a atividade dê suporte à resolução do problema (SASSERON, 2013).

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 níveis (Tabela 1): 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 1 resume a classificação proposta pelos autores:

Níveis de investigação	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 1: Níveis de investigação adaptados e traduzidos de Banchi e Bell (2008)

No ensino de ciências por investigação um elemento chave é o desenvolvimento de argumentos a partir de evidências (NRC, 2012, p.49). O desenvolvimento das habilidades argumentativas é de extrema relevância porque muitos dos raciocínios estabelecidos pelas pessoas em situações corriqueiras são de natureza argumentativa (KUHN, 1993). 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).

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).

Considerando a relevância da argumentação no ensino de ciências e a sua relação com uma abordagem investigativa de ensino, este trabalho apresenta uma análise dos argumentos desenvolvidos por estudantes do ensino fundamental, ao longo de atividades investigativas de diferentes graus de abertura, com o objetivo de relacioná-los à qualidade dos argumentos produzidos, tanto em sua estrutura, quanto ao conhecimento científico utilizado para embasá-los.

Metodologia

Contexto da pesquisa e coleta de dados

Este trabalho foi autorizado pelo Comitê de Ética do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e tem registro CAAE 55609816.2.0000.5464. A pesquisa foi realizada em um colégio particular, no interior de São Paulo, que desenvolve um projeto de Iniciação Científica Júnior. As aulas do projeto ocorreram semanalmente no laboratório de ciências, no contra período das aulas formais. Os estudantes, de faixa etária entre 11 e 12 anos, cursavam o 6º e o 7º ano do ensino fundamental. Participou da pesquisa um total de 10 alunos, que eram divididos em pequenos grupos de trabalho para a execução das atividades propostas.

Foram aplicadas três atividades investigativas diferentes, propostas na sequência do grau 1 ao

grau 3 de abertura. 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.

Durante as aulas, os estudantes registraram as suas observações em seus diários de bordo, que foram recolhidos e utilizados para a análise da presente pesquisa. Todas as respostas foram transcritas em mapas de episódios argumentativos – tabelas para organização das respostas individuais dos estudantes e caracterização dos argumentos. Quando as respostas eram classificadas como argumentos, foram analisadas segundo a sua estrutura e a utilização de conhecimento científico para embasá-las.

Ferramentas de análise

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 2). 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 2: 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. Segundo Bunterm et al., (2014) e Minner, Levy e Century (2010), o ensino por investigação influencia na qualidade do conteúdo científico construído pelo aluno. Portanto, um questionamento relevante é: como analisar o conteúdo científico utilizado nos argumentos construídos pelos estudantes?

Para buscar respostas a essa questão 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 3). 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 3:

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

Caracterização das atividades investigativas

Durante a construção de nossa metodologia de trabalho, o termo “nível de abertura” (BELL; SMETANA; BINNS, 2005; BANCHI; BELL, 2008; BUNTERM et al., 2014) foi substituído por “grau de abertura”. Essa adaptação foi realizada por conta de a palavra “nível” ter sido empregada para caracterizar a variação da qualidade dos argumentos produzidos pelos estudantes, evitando, assim, confusão linguística. A caracterização “grau de abertura” foi adaptada de Pella (1969) e Carvalho (2012) que utilizaram os termos “grau de liberdade” com o mesmo objetivo: classificar atividades investigativas de acordo com as informações que são fornecidas aos estudantes.

Ao analisar as atividades investigativas propostas, foi possível identificar que nem todas as questões a que os estudantes deveriam responder solicitavam justificativas, explicações ou conclusões, e isso dificultaria a presença de um argumento em suas respostas; portanto, para essas questões já não era esperada a construção de argumentos. Esses dados estão resumidos na tabela 4. A atividade que mais possibilitava a construção de argumentos era a de grau 1 de abertura, a qual 75% das questões solicitavam justificativas e explicações.

Grau de abertura	Total de questões	Questões que possibilitavam argumento	Porcentagem	Até que nível de qualidade
Grau 1	4	3	75%	Nível 4
Grau 2	6	4	66,60%	Nível 3
Grau 3	4	2	50%	Nível 3

Tabela 4: Caracterização das atividades investigativas

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 de maior grau de abertura utilizada nesse estudo fornecia apenas o problema, aos estudantes caberia buscar as soluções e as respostas para as questões da atividade; por isso, caracterizada como grau 3 de abertura (BANCHI; BELL, 2008). Nessa atividade um problema vivenciado ao longo das aulas foi utilizado como motivador: o fato de os peixes do aquário do laboratório terem morrido após um curto tempo de vida.

Resultados e discussão

Ao analisar a relação entre o total de respostas dos estudantes nas atividades investigativas e o total de argumentos desenvolvidos, foi possível verificar que de 131 respostas transcritas, 71 delas foram caracterizadas como argumentos, representando 54,2% do total de respostas.

Em relação ao total de argumentos desenvolvidos nas três atividades, a atividade que proporcionou a construção de mais argumentos foi a atividade de grau 2, a qual os estudantes receberam apenas o problema e os procedimentos, já a coleta e a análise dos dados foram realizadas por eles. Esses dados estão evidenciados na tabela 5:

Graus de abertura	Quantidade de argumentos	Porcentagem
Grau 1	19	26,76%
Grau 2	39	54,93%
Grau 3	13	18,3%
Total	71	100%

Tabela 5: Total de argumentos desenvolvidos nas atividades investigativas

Em relação à qualidade da estrutura dos argumentos, na atividade de grau 1 de abertura foi identificada uma maior quantidade de argumentos de nível 1 de qualidade, ou seja, argumentos compostos apenas por duas conclusões ou conclusão *versus* oposição e apenas três argumentos de nível 3 de qualidade (figura 1).

Para o grau 2 de abertura, foi possível verificar a redução da quantidade de argumentos mais simples (nível 1), além do destaque para os argumentos de nível 2 de qualidade, ou seja, argumentos constituídos de conclusão seguida por dado e/ou justificativa, e ausência de refutação. Do total de argumentos, 38 foram caracterizados como de nível 2 e apenas um como de nível 1. E por fim, para o grau 3 de abertura, os 13 argumentos desenvolvidos foram caracterizados como de nível 2 de qualidade. Esses dados podem ser observados na figura 1.

Logo, em uma análise geral, os argumentos de nível 2 de qualidade destacaram-se, representando 76,05% do total de argumentos construídos nas três atividades. Identificar a presença de argumentos de maior qualidade (nível 2), ao longo dos diferentes graus de abertura, leva-nos a identificar uma melhora significativa no oferecimento de dados e justificativas por parte dos estudantes para embasar seus argumentos.

Além disso, ocorreu a redução da quantidade de argumentos mais simples (nível 1 de qualidade) ao longo do aumento dos graus de abertura. Desse modo, as atividades de maior grau de abertura proporcionaram o desenvolvimento de argumentos mais completos do ponto de vista estrutural, considerando os componentes do TAP (figura 1).

Na atividade de grau 1 de abertura, foi possível observar a utilização de uma refutação, mesmo que caracterizada como fraca, em uma quantidade pequena de argumentos. Essa refutação era solicitada no comando das questões da atividade e mesmo assim não foram todos os grupos de estudantes que conseguiram apresentá-la. Isso confirma a complexidade do uso de refutações em um argumento e nos leva a refletir sobre o fato de os estudantes construírem argumentos de maior qualidade apenas quando uma refutação for solicitada nos comandos das atividades.

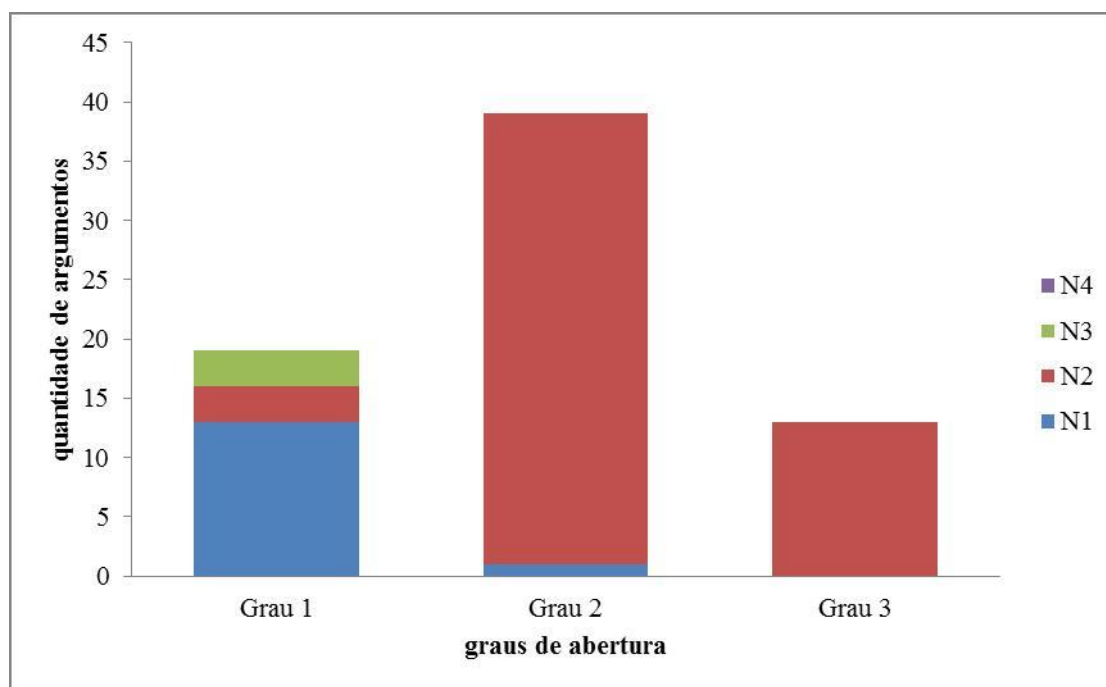


Figura 1: Análise geral da quantidade e qualidade da estrutura dos argumentos

Em 2013, Katchevich, Hofstein e Mamlok-Naaman verificaram também o desenvolvimento de uma maior quantidade de argumentos em atividades investigativas de maior grau de abertura, em relação às atividades de confirmação. Igualmente ao que observamos, na pesquisa dos autores, as atividades de confirmação proporcionaram a construção de uma maior quantidade de argumentos que eram compostos apenas por conclusões e essa quantidade foi reduzida, de aproximadamente 60% para 20%, nas atividades investigativas de maior grau de abertura.

Em relação ao conteúdo científico, no geral, destacaram-se argumentos classificados como de nível B, ou seja, apresentaram conceitos científicos incorretos, representando 52,11% do total. O segundo destaque foram argumentos de nível D, que apresentaram conhecimentos considerados corretos, representando 42,25% do total. Os argumentos que não continham conceitos científicos (nível A) e os que apresentaram conceitos que não correspondiam à questão da atividade (nível C) representaram, respectivamente, 4,22% e 1,40% do total de argumentos.

Em uma análise geral, esses dados evidenciam que os estudantes consideraram importante a utilização de conceitos científicos em seus argumentos, apesar de a maioria das respostas ser composta de conhecimentos considerados incorretos do ponto de vista conceitual. Mas, não houve uma diferença considerável em relação aos argumentos compostos de conceitos corretos (nível D).

Podemos destacar também que os estudantes compreenderam os comandos das questões nas atividades propostas, dado que o nível C, representando conceitos que não estavam relacionados às questões, apareceram em menor proporção no total de argumentos.

Na análise da qualidade do conhecimento científico em cada um dos graus de abertura, verificamos que na atividade de grau 1 de abertura, os argumentos de nível B se destacaram, representando 68% do total de argumentos. Os argumentos de nível A (sem o uso de conhecimento científico) e de nível D (com conceitos corretos), igualmente, representaram 16% do total de argumentos.

Na atividade de grau 2 de abertura, os argumentos que continham conceitos considerados

incorretos (nível B) também destacaram-se, todavia os de nível D representaram em torno de 36% do total e apenas um argumento foi classificado como de nível C, ou seja, os conceitos utilizados não correspondiam ao que era solicitado na questão.

Por fim, na atividade de grau 3 de abertura, todos os argumentos foram classificados como de nível D, compostos por conceitos científicos corretos. O gráfico abaixo evidencia esses dados (figura 2):

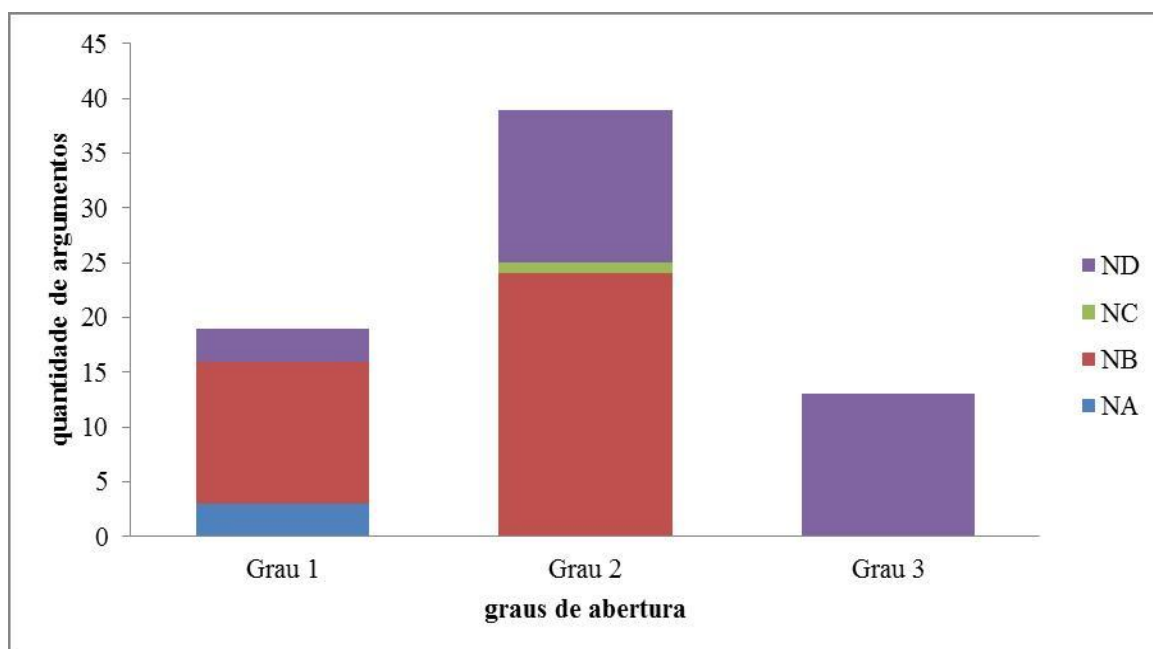


Figura 2: Análise geral da qualidade do conhecimento científico utilizado nos argumentos

Portanto, também foi possível verificar uma relação entre os graus de abertura das atividades e a qualidade do conhecimento científico utilizado pelos estudantes. Acredita-se que o fato de os dados terem sido coletados pelos estudantes, nas atividades de grau 2 e 3 de abertura, se mostrou como um fator importante, tanto na qualidade da estrutura dos argumentos, quanto na qualidade do conhecimento científico utilizado para embasá-los.

Na atividade de grau 3 de abertura, a qual os estudantes recebiam apenas o problema que deveriam solucionar, foi possível verificar uma menor quantidade de argumentos construídos, no entanto, todos os conceitos usados para embasar os argumentos foram considerados corretos (nível D) e em relação à qualidade da estrutura, todos os argumentos articularam dois ou mais componentes do padrão argumentativo de Toulmin (nível 2). É necessário salientar que nessa atividade os estudantes tinham a liberdade de pesquisar na internet ou na biblioteca da escola, em busca de possíveis soluções ao problema proposto. Esse fato influenciou de maneira positiva na escolha dos conceitos científicos articulados à construção dos argumentos.

Impactos positivos na qualidade de argumentos e no desenvolvimento de habilidades científicas, de acordo com o aumento do grau de abertura de atividades investigativas, também foram verificados por outros autores (Berg; Bergendahl; Lundberg, 2003; Katchevich; Hofstein; Mamlok-Naaman, 2013; Bunterm et al., 2014). Por exemplo, na pesquisa de Katchevich e colaboradores (2013), as atividades de confirmação 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.

Considerações finais

Promover atividades investigativas, independentemente do grau de abertura, é importante para contribuir com o desenvolvimento de argumentos por parte dos estudantes de ciências. Com base em tudo o que foi acima mencionado, é possível verificar que o ensino de ciências por investigação deve continuar a ter um impacto significativo no domínio da educação científica e nas pesquisas em ensino de ciências.

As atividades investigativas caracterizam-se como um caminho para a promoção de um ensino de ciências na qual os estudantes participam de forma ativa da construção do conhecimento, quando alguns aspectos de natureza da ciência também são desenvolvidos como conteúdo de aula. Além do fato de permitir o desenvolvimento de habilidades argumentativas, úteis para o contexto da escola e fora dela.

Os resultados aqui apresentados podem motivar professores e pesquisadores a utilizarem atividades investigativas, em seus diferentes graus de abertura, como ferramentas pedagógicas e/ou de pesquisa. Outras habilidades científicas, além da argumentação, também poderão ser investigadas nesses possíveis contextos. Destacamos também, que esses resultados podem estar restritos ao contexto do presente trabalho, logo, é motivador a outros pesquisadores aplicarem a metodologia em outras situações de aprendizagem.

Referências

- BANCHI, H.; BELL, R. Inquiry comes in various forms. **Science an Children**. V. 27, 2008, p. 26-29.
- BELL, R. L.; SMETANA, L.; BINNS, I. Simplifying Inquiry Instruction. **The Science Teacher**. 2005, p. 30-33.
- BERG, C. A. R.; BERGENDAHL, V. C. B.; LUNDBERG, B. Benefiting from an open-ended experiment? A comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the same experiment. **INT. J. SCI. EDUC**. V. 25, n. 3, 2003, p. 351–372.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. MEC/SEF. 2016.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais**. MEC/SEF.1998.
- 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, 2014, p. 1937-1959.
- CARVALHO, A. M. P. D. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.
- CARVALHO, A. M. P. D. **Os Estágios nos Cursos de Licenciatura**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- DAWSON, V.; VENVILLE, 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, 2009, p. 1421-1445.
- DEBOER, G. E. Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In: FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. **Scientific Inquiry and Nature of Science: implications for teaching**,

learning, and teacher education. Norwell: Kluwer Academic Publishen, 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 novembro 2015.

ERDURAN, S. Methodological Foundations of Learning Argumentation. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**, 2008, Florida. Springer, 2008. p. 47-69.

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, p. 915- 933.

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

KATCHEVICH, D.; HOFSTEIN, A.; MAMLOK-NAAMAN, R. Argumentation in the Chemistry Laboratory: Inquiry and Confirmatory Experiments. **Res Sci Educ**. V. 43, 2013, p. 317–345.

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, 2014, p. 1346-1372.

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

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. D. C. E. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. V. 9, n. 1, 2007, p. 72-89.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning**. Washington: National Academy Press., 2000.

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

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

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

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 intestigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de Ciências por investigação**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 41-61.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. D. Uma análise de referenciais teóricos sobre a estrutura do argumento para estudos de argumentação no ensino de ciências. **Ensaio**. V. 13, n. 03, 2011, p. 243-262.

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, 2013. p. 129-152.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências**. São Paulo: Cengage Learning. Coleção ideias em ação. Coord. Anna Maria Pessoa de Carvalho. 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. 01, 2002, p. 35-62.

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