

Argumentação colaborativa apoiada por computador no ensino de ciências: uma revisão

RESUMO

Nilcimar dos Santos Souza

nilcimars@yahoo.com.br

0000-0003-0170-175X

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, Rio de Janeiro, Brasil

Salete Linhares Queiroz

salete@iqsc.usp.br

0000-0001-7398-5515

Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, Brasil

No presente trabalho é discutida a produção acadêmica sobre o desenvolvimento e utilização de sistemas computacionais voltados à elaboração de argumentos no ensino de ciências. Para isso, artigos sobre a temática foram analisados com dois propósitos principais: investigar quantitativamente características pertinentes ao escopo metodológico das pesquisas neles descritas e investigar qualitativamente os focos temáticos das mesmas. As análises revelaram ausência de publicações oriundas do Hemisfério Sul, baixa recorrência de utilização dos referidos sistemas computacionais em atividades didáticas destinadas ao Ensino Superior, assim como de argumentação sobre temas associados diretamente às Ciências Químicas. Foram identificados seis focos temáticos nos artigos, destacando-se aquele vinculado à construção de argumentos por parte dos alunos, tendo em vista a elaboração/reelaboração de conceitos/tópicos científicos e pseudocientíficos.

PALAVRAS-CHAVE: Linguagem. Ambiente virtual de ensino-aprendizagem. Educação em ciências. Pesquisa bibliográfica.

1. INTRODUÇÃO

Órganon é o termo grego pelo qual tradicionalmente são identificadas as seis obras introdutórias ao *Corpus aristotelicum* (ARISTÓTELES, 2016). Nessas obras estão reunidos os escritos sobre lógica do filósofo Aristóteles, compondo grande contribuição tanto para os estudos sobre retórica, quanto para o desenvolvimento de distintas áreas do conhecimento (SENA; FIGUEIREDO, 2013). Depreende-se que os estudos de argumentação remontam a Aristóteles (CORVELLEC, 2006).

A retórica (e dialética) aristotélica segue uma lógica formal sustentada por conjuntos de silogismos. Tal visão perdurou por milênios, influenciando fortemente o desenvolvimento de diversas áreas, como a Filosofia, o Direito e a Linguística. Entretanto, a partir da década de 1950, muitos autores passaram a se preocupar com a lógica não-formal. De acordo com Hegenberg e Hegenberg (2009), especialistas em retórica creditam a Toulmin e a Perelman o desencadeamento desse movimento.

Corvellec (2006) aponta autores que promoveram impulsos adicionais aos trabalhos de Toulmin e Perelman no estudo da argumentação ao longo das décadas, necessários ao entendimento contemporâneo do desenvolvimento da argumentação. No ensino de Ciências, em particular, tomaram vulto as pesquisas que destacam o papel da argumentação no processo educacional (SANDOVAL; REISER, 2004; STEGMANN; WEINBERGER; FISCHER, 2007; ERDURAN; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008; DAWSON; VENVILLE, 2010; OSBORNE, 2014). Nessas pesquisas, são apontadas contribuições à formação dos alunos, que podem ser alcançadas com a instauração da argumentação nas aulas de Ciências.

Oliveras, Márquez e Sanmartí (2014), por exemplo, afirmam que um objetivo escolar fundamental é formar pessoas independentes, capazes de analisar as informações de forma crítica e aplicar o conhecimento adquirido em uma variada gama de situações. A instauração da argumentação nas aulas de Ciências tem potencial para subsidiar esse processo.

Nessa perspectiva, a organização de atividades didáticas em que os estudantes tenham oportunidade de praticar a argumentação é desejável e necessária. No entanto, é difícil conceber a ocorrência de argumentação sobre questões relacionadas à Ciência em contextos nos quais existem poucas interações entre os alunos e desenvolvimento restrito de estratégias pedagógicas que estimulem a capacidade argumentativa dos mesmos (ERDURAN; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008).

Trabalhos de revisão sobre estratégias direcionadas à promoção da argumentação no contexto de aulas de Ciências mostram diferentes abordagens no contexto nacional (SÁ; QUEIROZ, 2011) e internacional (HOFSTEIN; EILKS; BYBEE, 2011; BÖGEHOLZ et al., 2014; ERDURAN; OZDEM; PARK, 2015) a esse respeito. Entre elas, uma que amplia, por exemplo, as possibilidades de colaboração e interação dialógica entre os alunos, corresponde ao emprego das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no contexto digital da Internet. As TIC aliadas à Internet podem romper com as restrições de localização e de horários da escola, expandindo-a para os diversos locais e momentos em que cada estudante interage com essas tecnologias. Nesse contexto, surgem os ambientes virtuais de ensino-aprendizagem pautados em um modelo de Aprendizagem

Colaborativa Mediada por Computador (em língua inglesa *Computer-Supported Collaborative Learning - CSCL*).

De acordo com Stahl (2015), o modelo CSCL surgiu em meados da década de 1990, com o interesse em aproveitar conhecimentos de inteligência artificial na Educação e na Pesquisa Educacional. Após a primeira década de desenvolvimento e utilização de ferramentas CSCL, já se reunia um conjunto de elementos positivos e negativos. Arnseth e Ludvigsen (2006) apontam como pontos positivos: qualidade e quantidade de interação social durante o processo de ensino-aprendizagem; viabilidade para o encaminhamento e orientação de atividades de reflexão, raciocínio e argumentação; resolução de problemas matemáticos; construção de conhecimento compartilhado como parte da solução colaborativa de problemas; aprendizagem de conceitos e processos científicos complexos.

Diante do panorama descrito, neste trabalho temos como objetivo identificar e analisar, por meio de pesquisa bibliográfica, as principais características das pesquisas vinculadas ao desenvolvimento e utilização de sistemas computacionais voltados para a elaboração individual e colaborativa de argumentos científicos no ensino de Ciências.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para que o objetivo mencionado fosse cumprido, artigos sobre a temática foram buscados no contexto nacional e internacional e, em seguida, analisados quanto ao país de origem, nível educacional, total de alunos envolvidos, assuntos científicos e/ou sociocientíficos abordados, sistemas computacionais empregados e focos temáticos. As considerações metodológicas acerca dos critérios de seleção dos trabalhos em cada um desses contextos são apresentadas a seguir.

Iniciamos nossa investigação pelas características dos trabalhos publicados sobre a temática em questão no contexto nacional, tomando por base revisão bibliográfica realizada por Sá e Queiroz (2011), no artigo intitulado *Argumentação no ensino de ciências: contexto brasileiro*. Dos doze artigos identificados pelos autores em seis periódicos nacionais, entre 1993 e 2009, nenhum tratava da argumentação mediada por recursos computacionais. Uma atualização dessa revisão foi realizada por nós. Nela foi considerado o intervalo de 2010 a 2015, englobando todos os trabalhos publicados nos periódicos revisados por Sá e Queiroz (2011) ao longo desses seis anos. Na atualização da revisão foram localizados 27 trabalhos sobre argumentação nos periódicos e apenas um se adequava aos critérios de busca. O referido artigo foi produzido no âmbito de nosso grupo de pesquisa.

No contexto internacional foram tomadas como base as editoras mundiais de periódicos acadêmicos. Em seguida, foram selecionadas aquelas editoras com pelo menos 200 periódicos ativos na publicação de artigos majoritariamente em língua inglesa. No total, 13 editoras foram selecionadas, de acordo com dados de junho de 2016, a saber: Reed Elsevier (Elsevier); Springer Nature (Spring); Taylor & Francis Group (Taylor & Francis); John Wiley & Sons, Inc. (Wiley); Sage Publications (Sage); Cambridge University Press (Cambridge); InderScience Publishers (InderScience); Hindawi Publishing Corporation (Hindawi); Emerald Group Publishing (Emerald); Oxford University Press (Oxford); Brill Academic Publishers

(Brill); Wolters Kluwer (Wolters Kluwer); Institute of Electrical and Electronic Engineers Publications (IEEE).

Entre os periódicos de cada uma das editoras foram buscados aqueles que contivessem em seu título a palavra *Science, Chemistry, Chemical, Technology, Computer, Digital, Argumentation* ou *Language* articulada a uma das seguintes palavras: *Education, Teaching, Learning, Instructional, Educator, College* ou *School*. Para todas as palavras mencionadas foram consideradas as variações de seu radical, bem como de tempo verbal e de número. No total, 62 periódicos foram localizados. De posse desse montante, algumas considerações foram realizadas. Foram excluídos aqueles sem acesso aos artigos pelo sistema integrado de bibliotecas da Universidade de São Paulo (USP) ou pelo portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Dessa forma, compõem o escopo final de periódicos revisados 40 títulos, listados na Tabela 1.

Tabela 1 - Lista de periódicos revisados em cada uma das editoras selecionadas.

Editora	Periódicos localizados em conformidade com os critérios de busca	Título	Sigla
Elsevier		Computer & Education	C&E
		Education for Chemical Engineers	ECE
Spring		Asia-Pacific Science Education	APSE
		Cultural Studies of Science Education	Cult Stud of Sci Educ
		Education and Information Technologies	Educ Inf Technol
		Educational Technology Research and Development	Educ Technol Res Dev
		Instructional Science	Instr Sci
		International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning	ijCSCL
		International Journal of STEM Education	STEM
		International Journal of Science and Mathematics Education	IJSME
		International Journal of Technology and Design Education	Int J Technol Des Educ
		Journal of Computers in Education	JCE
		Journal of Computing in Higher Education	JCHE
		Journal of Science Education and Technology	J Sci Educ Technol
		Journal of Science Teacher Education	JSTE
		Minerva: A Review of Science, Learning & Policy Research and Practice in Technology Enhanced Learning	Minerva RPTTEL
Taylor & Francis		Research in Science Education Science & Education	Res Sci Educ Sci & Educ
		Technology, Innovation and Education	TIE
		Technology, Knowledge and Learning	Tech Know Learn
		Computer Assisted Language Learning	CALL
		International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	Int J Math Ed Sci Tech
Wiley		International Journal of Science Education	Int J Sci Educ
		Journal of the Learning Sciences	J Learn Sci
		Studies in Science Education	Stud Sci Educ
Wiley		British Journal of Educational Technology	BJET

	Decision Sciences Journal of Innovative Education	DSJI
	Journal of Computer Assisted Learning	JCAL
	Journal of Research in Science Teaching	J Res Sci Teach
	Language Learning	Lang Learn
	Science Education	Sci Edu
SAGE	Child Language Teaching & Therapy	Child Lang Teach The
	Language Teaching Research	Lang Teach Res
	RELC: A Journal of Language Teaching and Research	RELC
Cambridge	Language Teaching	LTA
Emerald	Interactive Technology and Smart Education	ITSE
	International Journal of Information and Learning Technology	IJILT
	Multicultural Education & Technology Journal	METJ
IEEE	IEEE Transactions on Learning Technologies	TLT

Definidos os periódicos para o escopo da revisão, foi iniciada a busca por artigos que contivessem relatos de investigações com ambientes computacionais empregados para viabilizar ações de ensino e pesquisa empregando argumentação em aulas de Ciências. A revisão, que se deu nos artigos publicados entre 2000 e 2015, iniciou com a busca eletrônica pela palavra *argumentation* em qualquer parte do artigo.

Após encerrar a busca nos periódicos foi empreendida uma primeira leitura eletrônica do texto para verificar se os artigos se enquadravam nos demais parâmetros estabelecidos para a revisão: abordavam a argumentação apoiada por sistemas computacionais e se ela estava inserida no contexto do ensino de Ciências. Os 56 artigos selecionados nessa primeira leitura foram impressos para uma segunda leitura, finalizada essa etapa, constatou-se que 23 artigos tinham a argumentação como foco principal, enquanto 33 a tinham como foco secundário.

Os artigos nos quais a argumentação está no foco principal são alvo de atenção no presente trabalho. Estes foram investigados, inicialmente, com relação aos seguintes aspectos: quanto ao país no qual foram desenvolvidas as intervenções didáticas; nível educacional e total de alunos envolvidos nas intervenções didáticas; assuntos científicos e/ou sociocientíficos abordados nas intervenções didáticas; sistemas computacionais empregados para viabilizar as intervenções didáticas (investigação quantitativa de características pertinentes ao escopo metodológico dos artigos revisados). Em seguida, a identificação dos focos temáticos dos trabalhos foi realizada (investigação qualitativa de questões pertinentes aos focos temáticos das pesquisas) tomando como principal aporte teórico-metodológico a pesquisa qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994), do tipo Análise de Conteúdo, como é proposta por Bardin (2009). Como procedimento de análise, foi realizada leitura flutuante dos textos selecionados, tendo em vista o estabelecimento de critérios de classificação dos resultados obtidos em categorias. Por fim, foi realizada a classificação dos trabalhos em temáticas centrais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 23 artigos definidos como objeto de análise estão contabilizados na Tabela 2 a partir da relação entre os periódicos em que os artigos foram localizados e os anos revisados.

Tabela 2 - Distribuição dos artigos selecionados pelos periódicos e período da revisão.

Periódico	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
C&E	1								1	1	1	1				1	6
ijCSCL								2				1					3
J Sci Educ Technol										1		1	1				3
Res Sci Educ			1												1		2
Int J Sci Educ	1							1	1								3
J Learn Sci			1	1				1									3
J Res Sci Teach									1					1			2
Sci Edu																1	1
Total	2	2	1					4	2	2	1	3	2	1	1	2	23

Foram localizados artigos em oito (18%) das 44 revistas consultadas, sendo estas pertencentes às editoras Elsevier, Spring, Taylor & Francis e Wiley. Esse dado reforça o entendimento de que tais editoras têm concentrado cada vez mais a publicação acadêmica mundial. Um dos resultados gerados pela pesquisa de Larivière, Haustein e Mongeon (2015) demonstrou que as referidas editoras, somadas à editora Sage, foram responsáveis em 2013 por cerca de 50% de todos os periódicos, artigos e citações da área de Ciências Médicas e Naturais e da área de Ciências Sociais e Humanas.

Dentre as oito revistas mencionadas na Tabela 3, três (*C&E*; *ijCSCL*; *J Sci Educ Technol*) correspondem a revistas sobre tecnologias na educação e contribuíram com 12 dos artigos listados na revisão. As outras cinco revistas (*Res Sci Educ*; *Int J Sci Educ*; *J Learn Sci*; *J Res Sci Teach*; *Sci Edu*) correspondem a revistas gerais de ensino de Ciências, sobre temas diversos e contribuíram com 11 dos artigos. Essas informações indicam que revistas vinculadas a essas áreas se consolidaram como espaço de divulgação e discussão de pesquisa sobre o tema de maneira equilibrada.

A distribuição dos totais de artigos localizados em cada ano apresenta variações ao longo do período. Já no primeiro ano, 2000, a revisão iniciou com dois artigos, sendo um deles proveniente de um número especial publicado pela revista *International Journal of Science Education* sobre um sistema computacional específico destinado ao trabalho com argumentação em aulas de Ciências. Já no ano seguinte nenhum artigo foi localizado. Porém, em 2002 novamente dois artigos foram observados, sendo, também novamente, um deles oriundo de número especial, dessa vez na revista *Research in Science Education*. Após 2003 é verificada uma sensível redução no número de publicações, com ausência de artigos entre 2004 a 2006. Em contraponto, em 2007 é registrado o pico de trabalhos do período, quatro no total. A partir de 2008 é mantida uma regularidade de um ou dois artigos por ano, com exceção apenas de 2011, quando esse total foi a três, mas ainda assim ocorrendo certa estabilidade.

Na Tabela 3 estão listados e codificados os seis artigos localizados durante a revisão na revista *Computer & Education* da editora Elsevier.

Tabela 3 - Lista de artigos localizados em uma revista da editora Elsevier.

Cód	Referência do artigo
E01	Ravenscroft, A. Designing argumentation for conceptual development. <i>Computer & Education</i> , v.34, n.3-4, p.241-255, 2000.
E02	Jamaludin, A.; Chee, Y. S.; Ho, C. M. L. Fostering argumentative knowledge construction through enactive role play in Second Life. <i>Computer & Education</i> , v.53, n.2, p.317-329, 2009.
E03	Yeh, K.; She, H. On-line synchronous scientific argumentation learning: nurturing students' argumentation ability and conceptual change in science context. <i>Computer & Education</i> , v.55, n.2, p.586-602, 2010.
E04	Huang, C.; Wang, Y.; Huang, T.; Chen, Y.; Chen, H.; Chang, S. Performance evaluation of an online argumentation learning assistance agent. <i>Computer & Education</i> , v.57, n.1, p.1270-1280, 2011.
E05	Lin, H.; Hong, Z.; Lawrenz, F. Promoting and scaffolding argumentation through reflective asynchronous discussions. <i>Computer & Education</i> , v.59, n.2, p.378-384, 2012.
E06	Tsai, C.; Lin, C.; Shih, W.; Wu, P. The effect of online argumentation upon students' pseudoscientific beliefs. <i>Computer & Education</i> , v.80, s.n., p.187-197, 2015.

Na Tabela 4 estão listados e codificados os oito artigos localizados durante a revisão em três revistas da editora Springer.

Tabela 4 - Lista de artigos localizados em três revistas da editora Springer.

Cód	Referência do artigo
S01	Lund, K.; Molinari, G.; Séjourné, A.; Baker, M. How do argumentation diagrams compare when student pairs use them as a means for debate or as a tool for representing debate? <i>International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning</i> , v.2, n.2-3, p.273-295, 2007.
S02	Baker, M.; Andriessen, J.; Lund, K.; Amelsvoort, M.; Quignard, M. Rainbow: A framework for analysing computer-mediated pedagogical debates. <i>International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning</i> , v.2, n.2-3, p.315-357, 2007.
S03	Schwarz, B. B.; Schur, Y.; Pensso, H.; Tayer, N. Perspective taking and synchronous argumentation for learning the day/night cycle. <i>International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning</i> , v.6, n.1, p.113-138, 2011.
S04	Clark, D. B.; D'Angelo, C. M.; Menekse, M. Initial structuring of online discussions to improve learning and argumentation: incorporating students' own explanations as seed comments versus an augmented-preset approach to seeding discussions. <i>Journal of Science Education and Technology</i> , v.18, n.4, p.321-333, 2009.
S05	Hansson, L.; Redfors, A.; Rosberg, M. Students' socio-scientific reasoning in an astrobiological context during work with a digital learning environment. <i>Journal of Science Education and Technology</i> , v.20, n.4, p.388-402, 2011.
S06	Tsai, C.; Jack, B. M.; Huang, T.; Yang, J. Using the cognitive apprenticeship web-based argumentation system to improve argumentation instruction. <i>Journal of Science Education and Technology</i> , v.21, n.4, p.476-486, 2012.
S07	Zemal-Saul, C.; Munford, D.; Crawford, B. Scaffolding preservice science teachers' evidence-based arguments during an investigation of natural selection. <i>Research in Science Education</i> , v.32, n.4, p.437-463, 2002.

S08 Choi, A.; Hand, B.; Norton-Meier, L. Grade 5 students' online argumentation about their in-class inquiry investigations. *Research in Science Education*, v.44, n.2, p.267-287, 2014.

Na Tabela 5 estão listados e codificados os seis artigos localizados durante a revisão em duas revistas da editora Taylor & Francis.

Tabela 5 - Lista de artigos localizados em duas revistas da editora Taylor & Francis.

Cód	Referência do artigo
T01	Bell, P; Linn, M. C. Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. <i>International Journal of Science Education</i> , v.22, n.8, p.797-817, 2000.
T02	Clark, D. B.; Sampson, V. D. Personally-seeded discussions to scaffold online argumentation. <i>International Journal of Science Education</i> , v.29, n.3, p.253-277, 2007.
T03	Furberg, A.; Ludvigsen, S. Students' meaning-making of socio-scientific issues in computer mediated settings: exploring learning through interaction trajectories. <i>International Journal of Science Education</i> , v.30, n.13, p.1775-1799, 2008.
T04	Vries, E.; Lund, K.; Baker, M. Computer-mediated epistemic dialogue: explanation and argumentation as vehicles for understanding scientific notions. <i>Journal of the Learning Sciences</i> , v.11, n.1, p.63-103, 2002.
T05	Schwarz, B. B.; Neuman, Y.; Gil, J.; Ilya, M. Construction of collective and individual knowledge in argumentative activity. <i>Journal of the Learning Sciences</i> , v.12, n.2, p.219-256, 2003.
T06	Amelsvoort, M.; Andriessen, J.; Kanselaar, G. Representational tools in computer-supported collaborative argumentation-based learning: how dyads work with constructed and inspected argumentative diagrams. <i>Journal of the Learning Sciences</i> , v.16, n.4, p.485-521, 2007.

Na Tabela 6 estão listados e codificados os três artigos localizados durante a revisão em duas revistas da editora Wiley.

Tabela 6 - Lista de artigos localizados em duas revistas da editora Elsevier.

Cód	Referência do artigo
W01	Clark, D. B.; Sampson, V. Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality. <i>Journal of Research in Science Teaching</i> , v.45, n.3, p.293-321, 2008.
W02	Evagorou, M.; Osborne, J. Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue. <i>Journal of Research in Science Teaching</i> , v.50, n.2, p.209-237, 2013.
W03	Iordanou, K.; Constantinou, C. P. Supporting use of evidence in argumentation through practice in argumentation and reflection in the context of SOCRATES learning environment. <i>Science Education</i> , v.99, n.2, p.282-311, 2015.

Os artigos listados foram analisados com dois propósitos principais: investigar quantitativamente características pertinentes ao escopo metodológico das pesquisas e investigar qualitativamente os focos temáticos das mesmas. Nas subseções seguintes são discutidos esses aspectos. Na continuidade do texto os artigos serão citados pelos códigos que os identificam de acordo com as Tabelas 3 a 6.

3.1. Investigação quantitativa de características pertinentes ao escopo metodológico dos artigos revisados

Para a escrita dessa subseção os artigos foram lidos a fim de categorizar e quantificar atributos do arcabouço metodológico das pesquisas, mencionados anteriormente.

3.1.1. Países de desenvolvimento das pesquisas

As pesquisas descritas foram analisadas quanto ao local de sua implementação, especificamente quanto ao país no qual foram desenvolvidas as atividades. No total, foram localizados artigos provenientes de dez países, listados na Tabela 7.

Tabela 7 - Distribuição dos artigos da revisão pelos países de origem das pesquisas.

País	Artigos
Estados Unidos	S04, S07, S08, T01, T02, W01
Taiwan	E03, E06, S06
França	S01, S02, T04
Israel	S03, T05
Singapura	E02
Suécia	S05
Noruega	T03
Holanda	T06
Inglaterra	W02
Chipre	W03
Não informado	E01, E04, E05

Dos 20 artigos que definiram o local da pesquisa, seis (20%) são oriundos dos Estados Unidos, sugerindo forte influência desse país no contexto mundial das discussões acerca da utilização de tecnologias computacionais no desenvolvimento da argumentação de alunos em aulas de Ciências. No continente europeu, existem relatos de pesquisas em seis diferentes países, totalizando oito artigos. Juntos, os Estados Unidos e a Europa somam catorze (70%) dos vinte trabalhos nos quais existe informação sobre o local de realização da pesquisa, reforçando a centralidade dessas pesquisas.

Taiwan é um dos segundos colocados na contribuição com trabalhos entre os selecionados na revisão, sendo representado também por três artigos, apontando para o crescimento dos centros asiáticos nas publicações acadêmicas. Isso também pode ser verificado a partir de mais outros três artigos produzidos nesse continente: dois em Israel e um em Singapura. Evidencia-se nessa análise a ausência de experiências no contexto das escolas brasileiras, mais do que isso, é inexistente qualquer relato de pesquisa proveniente do Hemisfério Sul, ou seja, América Latina, África e Oceania.

3.1.2. Nível educacional no qual a intervenção didática foi desenvolvida

Os artigos foram analisados na perspectiva da organização de níveis educacionais do sistema educacional brasileiro, que, de acordo com o Art. 21 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), consiste na Educação Básica (formada pela Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio) e no Ensino Superior. Para isso, foram buscadas aproximações entre os sistemas educacionais de cada país definido nos artigos com o brasileiro. Como resultado se observou que nenhuma pesquisa foi desenvolvida com alunos em idade de Educação Infantil. A Tabela 8 lista os artigos e os níveis escolares das pesquisas neles apresentadas.

Tabela 8 – Distribuição dos artigos da revisão pelos níveis educacionais em que as pesquisas foram realizadas.

Nível educacional	Artigos
Ensino Fundamental	E03, E04, S03, S04, S05, S06, S08, T01, T02, T05, W01, W02
Ensino Médio	E02, E06, S01, S02, T04, T06, W03
Ensino Superior	E05, E06, S07
Não informado	E01, T03

Cabe destacar na Tabela 8 que o artigo E06 é o único que aparece em duas categorias. Dos 23 artigos revisados, dois (9%) não informaram o nível educacional no qual os participantes estavam inseridos. Entre os artigos, predominou o trabalho com alunos de Ensino Fundamental, compreendendo 12 (57%) dos 21 artigos que identificaram o nível educacional. Os trabalhos contemplaram toda a diversidade de idades dos alunos pertencentes a esse nível, desde a faixa de nove a 12 anos, como no trabalho T02, até os 15 anos, como no trabalho S03. Isso demonstra a preocupação em desenvolver a capacidade argumentativa dos alunos desde os primeiros anos escolares, o que pode fazer com que eles adquiram uma melhor percepção sobre a construção do conhecimento científico e a superação de conhecimentos prévios de experiências informais ingênuas e incompletas sobre a Ciência (OLIVER; HANNAFIN, 2001).

Após o Ensino Fundamental, o Ensino Médio é o nível educacional com maior número de relatos, sendo sete (33%) dos 21 artigos que informaram o nível educacional nesse nível. Por fim, apenas três artigos foram observados no Ensino Superior, número significativamente inferior em comparação aos níveis educacionais anteriores. A análise demonstra o amplo interesse dos pesquisadores com o desenvolvimento de mecanismos e estratégias de promoção da argumentação na Educação Básica, principalmente no Ensino Fundamental. É surpreendente que o Ensino Superior seja consideravelmente preterido, uma vez que a aplicação de recursos dessa natureza, que valorizam o trabalho colaborativo e o desenvolvimento argumentativo de alunos, é também fundamental para a formação de graduandos de diversas áreas, especialmente na formação de professores. Há que se buscar romper com estruturas mais tradicionais de educação também no Ensino Superior.

3.1.3. Total de alunos envolvidos no uso dos sistemas computacionais em questão em cada artigo

Uma vez que cada pesquisa apresentada nos artigos da revisão foi implementada junto a uma quantidade variável de aluno, inicialmente estes foram analisados tendo em vista a observação do quantitativo de alunos mais recorrente nas pesquisas. De posse dessa informação, os valores foram estratificados em intervalos de vinte participantes. A maneira como os artigos se distribuem por esses intervalos está ilustrada na Tabela 9.

Tabela 9 - Distribuição dos artigos da revisão em intervalos de quantidade de participantes das pesquisas.

Total de alunos	Artigos
1 a 20	E01, S07, T04
21 a 40	E04, S01, S02, S05, W02, W03
41 a 60	E02, S03, T03
61 a 80	
81 a 100	T02, W01
101 a 120	T05
121 a 140	E03, S08
141 a 160	E06, S04
161 a 180	T01
181 a 200	S06, T06
> 200	E05

Nos dez intervalos que constam na Tabela 9, o mais numeroso é o de 21 a 40. Nele, seis (26%) dos 23 artigos foram classificados. Esse resultado é devido, em grande parte, ao fato de muitas pesquisas serem realizadas com uma ou duas turmas, o que gera totais compatíveis com esse intervalo. A prática de fazer a coleta de dados em duas turmas é comum quando se pretende trabalhar com grupo controle e experimental, como é o caso, por exemplo, da pesquisa descrita em E04. Outras vezes a estratégia de trabalhar com dois grupos refere-se a alunos de duas escolas diferentes, como por exemplo, em T05.

Os trabalhos com até 20 alunos são, em geral, estudos de casos (YIN, 2003), com foco na análise de dados particulares. Acima de 100 e, especialmente, acima de 200 já se mostram pesquisas essencialmente quantitativas, envolvendo diversas escolas e/ou turmas, como na pesquisa de E05, com 539 alunos oriundos de diversas turmas ao longo de três semestres.

Cabe destacar que nem todas as pesquisas foram feitas com turmas regulares de alunos, mas com alunos dispostos a participar voluntariamente da pesquisa, ou recebendo alguma recompensa financeira para isso.

Os dados apresentados permitem indicar que a maior parte das experiências de ensino ocorre com reduzida quantidade de alunos, em geral uma ou duas turmas, agrupando até 60 alunos, faixa que compreende 12 (52%) dos 23 artigos

da revisão. É compreensível que experiências com sistemas computacionais e estratégias de ensino inovadoras limitem o número de sujeitos para manter maior controle da sequência de ações. Uma proposta envolvendo mais de uma centena de alunos exige uma quantidade maior de supervisores e de conhecimento prévio da dinâmica do sistema pelos alunos.

3.1.4. Assuntos científicos e/ou sociocientíficos abordados em cada intervenção didática

Os artigos foram analisados quanto ao conteúdo neles trabalhados. No total, 19 assuntos científicos e/ou sociocientíficos foram observados e estão listados na Tabela 10, associados aos artigos que os citaram.

Tabela 10 - Distribuição dos artigos da revisão pelos assuntos trabalhados nas pesquisas.

Assuntos	Artigos
Alimento ou organismos geneticamente modificados	E05, S01, S02, T06
Termodinâmica	S04, T02, W01
Som	E04, T04
Luz, cores e visão	S06, T01
Cinemática	E01
Eutanásia	E02
Reações químicas	E03
Energia nuclear	E05
Bioetanol	E05
Pseudociência	E06
Sistema solar	S03
Teoria da evolução e seleção natural	S07
Missões espaciais	S05
Diagnósticos de doenças	S08
Genética	T03
Experimentação animal	T05
Ecologia	W02
Mudanças climáticas	W03

Todos os trabalhos indicaram o assunto envolvido na pesquisa realizada. Entre os 23 artigos, 18 assuntos diferentes foram observados e alguns em mais de um deles. É necessário destacar que o trabalho E05 lidou com três temas diferentes resultando assim na presença em três linhas na Tabela 10, esse é o único trabalho a citar mais de um assunto.

Merecem destaque o assunto alimentos ou os organismos geneticamente modificados em quatro artigos, bem como a termodinâmica, o segundo assunto mais presente nas pesquisas, estando em três artigos. Apenas mais dois assuntos

aparecem mais de uma vez, nesse caso, duas vezes. São eles: cores e visão e som e luz.

Esses quatro primeiros assuntos estão presentes em 11 (48%) dos 23 artigos e abordam predominantemente questões alinhadas a conteúdos tradicionais de Física e Biologia. Também entre os outros 14 assuntos que aparecem apenas uma vez, novamente temas do âmbito da Física e da Biologia são recorrentes, como por exemplo, cinemática, teoria da evolução e seleção natural, genética e ecologia. Entre os demais, alguns estão no âmbito das pesquisas em Saúde e da Ética na Ciência, como a eutanásia e a experimentação animal. Há também pesquisa que trata da pseudociência, com discussões acerca de horóscopo e terapia magnética. Apenas uma vez se observa o tema reações químicas, único alinhado diretamente com as Ciências Químicas. No entanto, os conteúdos químicos perpassam as discussões de maneira periférica, na abordagem de assuntos como bioetanol, energia nuclear e mudanças climáticas.

3.1.5. Sistemas computacionais empregados para viabilizar as intervenções didáticas

Um dos critérios da revisão foi a exigência da pesquisa ter sido encaminhada vinculada às tecnologias, especialmente aos sistemas computacionais. Assim a Tabela 11 lista os sistemas localizados e os artigos em que cada um deles é mencionado.

Tabela 11 - Distribuição dos artigos da revisão por sistemas computacionais utilizados nas pesquisas.

Sistema	Artigos
WISE	S04, T02, W01, W02
Moodle	E04, S08
Drew	S01, S02
CoLLeGE	E01
Second Life	E02
On-line synchronous scientific argumentation	E03
Digalo	S03
STOCHASMOS	S05
CAWA	S06
BGuILE	S07
KIE	T01
FLE2	T03
CONNECT	T04
BELVEDERE	T05
TC3	T06
SOCRATES	W03
Fórum, em geral	E05
Não informado	E06

Em 21 artigos citados na Tabela 11 constam sistemas computacionais cuja denominação foi claramente apresentada no texto. No total, 16 sistemas

diferentes foram envolvidos nas pesquisas, o que demonstra a variedade dos mesmos para o propósito analisado.

O sistema mais destacado foi o *Web-based Inquiry Science Environment* (WISE), tendo aparecido em quatro (19%) dos 21 artigos que identificaram o *software* empregado. Soma-se ao WISE em posição de destaque, os sistemas Moodle e Drew, ambos aparecem em dois artigos. Esses três sistemas aparecem em oito (38%) dos 21 artigos, o que caracteriza certa concentração desses *softwares* nas pesquisas. Outros 13 *softwares* completam a Tabela 11.

O WISE é uma versão atualizada do *Knowledge Integration Environments* (KIE). Ambos são centrados em uma estrutura teórica denominada *Scaffolded Knowledge Integration*, ou Estrutura de Integração de Conhecimento (EIC). Segundo Linn, Clark e Slotta (2003), o sistema já contabilizava, em 2002, 25 projetos indexados em sua biblioteca em língua inglesa e outros em norueguês, alemão e holandês. Cada projeto contava com uma equipe parceira de pesquisadores, pedagogos, cientistas, professores de Ciências e especialistas em Computação. Cada projeto estava orientado em uma das seguintes abordagens: investigativo, controverso, crítico e modelagem. De acordo com os autores, no total, cerca de mil professores e 100 mil alunos já haviam participado de algum dos projetos até aquele ano. Uma das principais ferramentas do WISE é a denominada PrincipleMaker.

Alguns outros sistemas presentes nos artigos analisados na revisão se caracterizam por reunir alunos em pequenos grupos para resolverem colaborativamente um dado problema. Nesse perfil está o *Biology Guided Inquiry Learning Environment* (BGulle). Apenas o artigo S07 aponta ter empregado tal sistema. Nele, Sandoval e Reiser (2004) apresentam o processo de aprimoramento e refinamento das ferramentas do BGulle a partir de dois dos múltiplos ciclos de implementação, análise, revisão e desenvolvimento abordando questões de evolução e seleção natural.

A maioria dos demais sistemas guarda muitas semelhanças com o KIE, WISE e BGulle. Os sistemas Belvedere, TC3, Moodle, Digalo e JigaDrew, nos trabalhos T05, T06, E04, S03 e S01, respectivamente, envolvem a construção de diagramas, mapas e gráficos argumentativos associados ao processo de discussão colaborativa, indo além da discussão unicamente textual.

O trabalho E03, que trata do *On-line synchronous scientific argumentation*, e o S04, referente ao WISE, envolvem a obtenção de dados em atividades experimentais para fundamentar discussões e atividades argumentativas nos sistemas.

Cabe ainda destacar que vários sistemas se assemelham no que diz respeito à construção das ferramentas que subsidiam a elaboração dos argumentos. Estas se pautam, usualmente, no Modelo de Toulmin (2001). É o caso, por exemplo, dos trabalhos E04, E03 e E06.

Os *softwares* empregados nas pesquisas são, em sua maioria, desenvolvidos pelos autores. Em contraponto, o trabalho E02 emprega um sistema proprietário, o *Second Life*, um ambiente virtual e tridimensional que simula aspectos da vida real e social humana.

3.2. Investigação qualitativa de questões pertinentes aos focos temáticos das pesquisas

Após a análise dos artigos selecionados na revisão foram definidos seis focos temáticos, descritos a seguir, de maneira que cada artigo estivesse abarcado por pelo menos um deles.

O foco temático *Argumentação associada à elaboração/reelaboração de conceitos/tópicos científicos e pseudocientíficos* inclui trabalhos que promovem a argumentação no ensino de Ciências com o objetivo de construir ou revisar conhecimento sobre um conceito ou tópico científico e/ou superar visões pseudocientíficas.

O foco temático *Argumentação associada à escrita* inclui trabalhos que avaliam o impacto de atividades didáticas na produção escrita de caráter argumentativo.

O foco temático *Argumentação associada à tomada de decisão e reflexão* inclui trabalhos que valorizam o papel da argumentação no processo de tomada de decisão, assim como os que valorizam a habilidade de reflexão no suporte à construção de argumentos.

O foco temático *Argumentação associada à natureza da Ciência* inclui trabalhos que buscam o estabelecimento de relações entre a natureza da construção dos argumentos e as concepções sobre a natureza da Ciência, podendo esse entendimento estar relacionado com posturas assumidas pelos sujeitos em atividades investigativas.

O foco temático *Argumentação associada a quadros analíticos* inclui trabalhos que elaboram propostas de estruturas de análise da produção argumentativa em atividades ministradas em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem.

Durante o processo de agrupamento temático existiu também a necessidade de incluir a categoria denominada de *Outro*, que engloba trabalhos que não se enquadram nos demais focos.

A Tabela 12 lista os focos temáticos e os artigos relacionados a cada um deles.

Tabela 12 - Distribuição dos artigos da revisão pelos focos temáticos identificados.

Foco temático	Artigos
Argumentação associada à elaboração/reelaboração de conceitos/tópicos científicos e pseudocientíficos	E01, E03, E06, S01, S03, S04, S06, S07, T01, T04, T05
Argumentação associada à escrita	E02, T03, T06, W02
Argumentação associada à tomada de decisão e reflexão	E05, S05, W03
Argumentação associada à natureza da Ciência	S08, T01, T02
Argumentação associada a quadros analíticos	S01, S02, W01
Outro	E04

Cabe destacar que os trabalhos T01 e S01 aparecem associados a dois focos temáticos cada um. Isso faz com que os 23 artigos da revisão sejam mencionados 25 vezes. Dessas menções, 11 (44%) se concentram apenas no primeiro foco temático da Tabela 13. Na sequência do texto essas categorias são discutidas,

juntamente com as pesquisas nelas compreendidas. O trabalho E04 foi o único classificado no foco temático denominado “outro”, uma vez que descreve um sistema capaz de realizar a avaliação de argumentos gerados *on-line*. Porém, não tem semelhança com os sistemas computacionais descritos nos outros focos temáticos, cuja proposta é de fornecer recursos para promover a argumentação e não de avaliá-la.

3.2.1. Argumentação científica associada à elaboração/reelaboração de conceitos/tópicos científicos e pseudocientíficos

Esse foco temático abarca o maior número de artigos, 11 no total. Em E01 os autores buscam subsídios em recursos disponibilizados no sistema computacional CoLLeGE para identificar dificuldades conceituais enfrentadas pelos alunos frente ao tema cinemática. As atividades realizadas fomentam a argumentação a partir da adoção de estratégia denominada jogo dialógico. Nesse tipo de jogo o papel de cada participante costuma ser definido e os objetivos das interações entre eles também. No contexto do jogo dialógico relatado em E01 o aluno assume o papel de “explicador” enquanto o sistema desempenha um papel de facilitador na colaboração que se estabelece entre ambos com o intuito de desenvolver um modelo explicativo sobre uma determinada situação. Dessa forma, o professor pode identificar as dificuldades conceituais do aluno e ponderar sobre as contribuições oferecidas pela estratégia para superá-las.

Em E03 a questão da promoção de mudança conceitual é também abordada. O estudo foi conduzido a partir da aplicação de testes, antes e após a realização de intervenção didática no sistema computacional *On-line synchronous scientific argumentation program*. Os autores buscaram investigar a diferença na efetividade de dois tipos de instrução no que tange ao aprimoramento da habilidade de argumentação e à mudança conceitual dos alunos: um baseado no oferecimento de instruções e propostas de atividades sobre a construção de argumentos (grupo experimental) e outro não (grupo de controle). O grupo experimental teve acesso no sistema a um *template* que disponibilizava aos alunos a visualização dos cinco componentes argumentativos (dado, proposição, fundamento, garantia, refutação), projetados segundo o Modelo de Toulmin (2001). A qualidade dos argumentos inseridos no *template* foi analisada com base em adaptação feita ao quadro analítico proposto por Osborne, Erduran e Simon (2004), baseado no Modelo de Toulmin (2001).

Em T01 a indagação sobre os avanços dos alunos frente ao entendimento da propagação da luz, a partir da realização de atividades argumentativas no KIE é uma das norteadoras da discussão. As atividades associam a coleta de dados em laboratório com o uso de evidências nas apropriadas ferramentas do KIE. Parte dos dados coletados é analisada com base no Modelo de Toulmin (2001). Este artigo, também associado ao foco temático Argumentação associada à natureza da Ciência, será retomado na discussão do mesmo.

Em T04 a preocupação está centrada em levar os alunos para uma situação de conflito de ideias, em que possam discutir com seus pares para resolverem o *problema dos dois tamborins*, relacionado à propagação do som, no sistema CONNECT. O entendimento conceitual sobre o assunto é alvo de considerações por parte dos autores. As atividades realizadas no sistema se concentram no diálogo

epistêmico como veículo da construção de conhecimento científico dos alunos e no oferecimento de condições para que tal diálogo ocorra.

Em T05 a aquisição de conhecimentos, de forma distinta dos trabalhos discutidos anteriormente, não diz respeito estritamente a conceitos científicos. A abordagem é mais ampla e relacionada à realização de experimentos com animais. A atividade solicita a representação de argumentos em um mapa argumentativo, com proposição apoiada por garantia, sobre a permissão ou não desse tipo de procedimento. O sistema se constitui em espaço que permite aos alunos compartilhar argumentos, discutir evidências que suportam ou se opõem às proposições apresentadas. Para análise dos argumentos, os critérios empregados são inspirados em Means e Voss (1996) e Kuhn, Shaw e Felton (1997).

Em S01 a aquisição de conhecimento é abordada de forma similar ao estudo anterior, não se restringindo a conceitos estritamente científicos. A discussão gira em torno da produção de organismos geneticamente modificados. Os alunos argumentaram sobre o assunto a partir da construção de texto e de diagrama no sistema JigaDREW, ferramenta de representação da argumentação de maneira gráfica, desenvolvida com base no Modelo de Toulmin (2001). A análise da qualidade dos argumentos produzidos é efetuada com base em um quadro analítico desenvolvido a partir do Modelo de Toulmin (2001). A discussão desse artigo será retomada no foco temático Argumentação associada a quadros analíticos, no qual esse artigo também está vinculado.

Em S03 práticas que incentivam a colaboração e o raciocínio crítico em salas de aula de Ciências são discutidas, visando aprendizagem ou mudança conceitual com relação ao ciclo dia/noite. No sistema Digalo os alunos foram solicitados a realizar uma série de atividades argumentativas individuais e em grupo a fim de expressar seus entendimentos sobre a questão em foco. Antes disso, porém, eles praticaram a argumentação com uma discussão oral sobre experimentação animal. Os dados gerados no sistema foram analisados quanto às interações e comportamentos de alunos e professores, à correção do conhecimento mobilizado nas discussões, aos modelos mentais que emergiram das explicações e à integração do conhecimento nas explicações.

Em S04 a sequência de passos que organiza as ações com o sistema WISE foi estruturada de modo a promover a argumentação colaborativa em torno de conceitos de termodinâmica. Nesse contexto, foram fornecidos fragmentos de comentários capazes de induzir os alunos à construção de explicações iniciais para dados experimentais coletados. Em seguida, ocorreu a organização dos alunos em grupos de forma a que se estabelecesse um esquema de conflito com relação às explicações emitidas, visando à argumentação e o aprendizado de conceitos.

Em S06 o sistema CAWA foi empregado com o propósito de possibilitar a realização de atividades potencialmente favoráveis à prática da argumentação. Na primeira atividade foram investigadas as habilidades iniciais de argumentação dos alunos. Na sequência, estes argumentaram sobre, respectivamente, um tópico da vida cotidiana e o conceito de visão. O desempenho frente a cada um dos contextos foi analisado com base no Modelo de Toulmin (2001), sendo também esse o recurso que inspirou a construção do sistema computacional.

Em S07 o sistema BGulle foi empregado para verificar como professores de Ciências em formação inicial constroem argumentos científicos diante de questões associadas à genética e evolução. A análise dos argumentos produzidos mostrou

que, embora contassem com apoio de evidências, eram problemáticos em outras perspectivas, como com relação à natureza conceitual.

Em E06, diferentemente dos demais artigos presentes neste foco, a atenção dos autores é voltada para crenças pseudocientíficas dos alunos e para possibilidades de atenuá-las a partir da promoção da argumentação *on-line*. Os alunos foram solicitados a responder um questionário sobre tais crenças e depois foram desafiados a debater em cenários que problematizavam temas de discussão em pseudociência, como por exemplo, horóscopo e terapia magnética. O Modelo de Toulmin (2001) subsidiou a construção do sistema computacional usado, as atividades relacionadas ao ensino da argumentação e as análises dos dados obtidos.

Tendo em vista o exposto, pode-se concluir que é considerável o consenso existente quanto às possibilidades de promoção de mudança conceitual, a partir do engajamento em atividades argumentativas, que exigem dos estudantes a consideração de pontos de vista alternativos e a avaliação de concepções alternativas (NUSSBAU; SINATRA, 2003). Assim, espera-se que a argumentação não só permita a consolidação do conhecimento científico existente, mas também a construção de novos conhecimentos com base nos argumentos de outros (BROWN; CAMPIONE, 1998). Como se observou nos trabalhos listados, a pesquisa sobre o papel da argumentação na construção do conhecimento sobre variados temas está concentrada sobre o produto ou sobre processos, dependendo se esta é abordada a partir de uma compreensão do processo de elaboração da argumentação científica ou se coloca o produto gerado do processo argumentativo como o foco de análise.

3.2.2. Argumentação associada à escrita

Esse foco temático abarca quatro artigos. Em E02 é destacada a relevância do aperfeiçoamento da argumentação escrita por parte de alunos. Nas atividades desenvolvidas no ambiente virtual *Second Life* os alunos representaram avatares tridimensionais de personagens em cenários contextualizados com o tema da eutanásia, lidando com questões a ele relacionadas, como por exemplo, ética, moral e religião. Antes de os alunos escreverem um texto sobre o tema em foco, foram ainda instruídos com relação aos componentes do argumento, segundo o Modelo de Toulmin (2001).

Em W02 atividades argumentativas são realizadas pelos alunos no sistema WISE com o objetivo de investigar qual o seu impacto na produção de argumentos na forma escrita. A questão sociocientífica que guiou o estudo era se o governo britânico deveria matar os esquilos cinza para salvar os da espécie vermelha. Os alunos trabalharam em dupla a fim de explorar o problema e encontrar evidências para apoiar seus argumentos. A forma como os estudantes constroem argumentos quando trabalham em pares e as características das interações que os levam a aperfeiçoá-los foram investigadas. As análises se pautaram no Modelo de Toulmin (2001) e nos níveis de combinações dos componentes do argumento propostos por Erduran, Simon e Osborne (2004).

Assim como em W02, em T03 os estudantes participam de uma série de atividades no sistema FLE2 na expectativa de que produzissem textos argumentativos relacionados à genética. Foi realizado o estudo da colaboração e

do processo de escrita do texto por uma das duplas, que adotou como discussão a questão: é possível modificar geneticamente todo tipo de alimento? As interações entre a dupla, mensagem a mensagem, durante a produção do texto foram analisadas principalmente com foco no entendimento sobre a ocorrência de colaboração e da natureza do conhecimento que embasou a discussão, bem como o texto, produto da colaboração.

Em T06 os alunos foram solicitados a participar de uma sequência de atividades que visaram o aperfeiçoamento da escrita a partir da escrita argumentativa colaborativa e de diagramas de suporte à aprendizagem colaborativa, presentes no ambiente TC3. Inicialmente, o aluno fornece, de forma individual, suas opiniões a respeito de organismos geneticamente modificados. Tal opinião é apresentada como texto ou diagrama argumentativo. Em seguida, em duplas, os alunos discutiram e escreveram um texto argumentativo. Por fim, eles consolidaram seus conhecimentos revisando, individualmente, seus textos ou diagramas iniciais.

Os trabalhos englobados neste foco exibem diferentes contextos em que a escrita argumentativa é o alvo principal das pesquisas. Em comum, todos ocorrem em contextos colaborativos. Para Amelvoort, Andriessen e Kanselaar (2007), a escrita argumentativa fornece direção e significado à discussão e pode ampliar e aprofundar ainda mais o espaço de debate. Jamaludin, Chee e Ho (2009) reúnem diversos referenciais para afirmarem que a argumentação escrita é condição necessária para um efetivo engajamento no discurso argumentativo.

3.2.3. Argumentação associada à tomada de decisão e reflexão

Esse foco temático abarca três artigos. Em E05 é abordado o impacto de discussão assíncrona sobre a qualidade e complexidade dos argumentos de estudantes universitários. As atividades realizadas no sistema exigiram a tomada de decisão frente a questões sociocientíficas. Em destaque neste trabalho está a relação estabelecida entre habilidade de argumentação e de reflexão que, inclusive, consta no título do artigo. Segundo os autores, em um processo de discussão assíncrona de caráter reflexivo os estudantes aprendem com seus pares, oferecendo justificativas que esclarecem a sua concordância ou discordância com as postagens inseridas no sistema. Nessa perspectiva, os alunos foram encorajados a refletir sobre os argumentos dos outros e usar refutações para justificar suas posições. A qualidade dos argumentos foi analisada com base em adaptação feita ao quadro analítico proposto por Osborne, Erduran e Simon (2004). Os componentes do Modelo de Toulmin (2001) foram também apresentados aos alunos no início das aulas de Química, tendo em vista a sua instrução sobre a construção de argumentos.

Em S05 são reportadas experiências com o sistema STOCHASMOS acerca da tomada de decisão sobre questões sociocientíficas no contexto da Astrobiologia. Aos alunos foram disponibilizados textos e solicitação de respostas para perguntas como as que seguem: deveríamos procurar e tentar contato com vidas extraterrestres? E deveríamos transformar Marte em um planeta onde pudéssemos viver no futuro? Um dos principais objetivos dos autores foi apresentar a decisão dos alunos frente aos questionamentos e avaliar a natureza

das justificativas usadas para tanto. O Modelo de Toulmin (2001) pautou as análises realizadas.

Em W03, alinhado com a tendência apresentada em E05, é valorizada a habilidade reflexiva frente à necessidade de gerar argumentos sobre a questão das mudanças climáticas. No sistema SOCRATES foi proporcionado aos alunos, que trabalhassem em duplas construídas na perspectiva de se obter um conflito de ideias, uma rica base de dados sobre o assunto. Dessa forma foi possível avaliar como os estudantes usaram evidências na construção dos seus argumentos, enquanto se encontravam também engajados em atividades de caráter reflexivo.

Os trabalhos englobados neste foco tornam patente o forte vínculo existente entre as habilidades de argumentação, tomada de decisão e reflexão. A abordagem de questões sociocientíficas é uma constante, o que se justifica uma vez que costuma expor os alunos a ideias diferentes sobre um mesmo tema. Nesse contexto, é sugerido que a reflexão sobre os argumentos gerados pelos colegas ou sobre os próprios argumentos favorece a argumentação e impulsiona o processo de tomada de decisão.

3.2.4. Argumentação associada à natureza da ciência

Esse foco temático abarca três artigos. Em T01 são estabelecidas relações entre os argumentos que os alunos constroem no sistema KIE sobre a propagação da luz e a visão que possuem sobre a natureza da Ciência. Os alunos participaram, em duplas, de uma discussão em que responderam a pergunta: *até onde vai à luz?*. Nas ferramentas apropriadas do sistema eles revisaram suas evidências e inseriram seus argumentos sobre o questionamento, que foram analisados de acordo com o Modelo de Toulmin (2001). O entendimento da natureza dinâmica da Ciência por parte dos alunos que construíram argumentos de melhor qualidade forneceu indícios, ainda que tênues, da relação entre os dois aspectos em análise.

Em T02 é enfatizado que a argumentação é um gênero do discurso crucial para a prática científica. Nessa perspectiva, para que se promova o entendimento dos alunos sobre a natureza da Ciência eles devem participar de atividades discursivas similares àquelas empreendidas na comunidade científica. Com base nesse pressuposto, o desenvolvimento da compreensão dos alunos sobre as práticas científicas, também do ponto de vista cultural e social, é buscado a partir da realização de atividades investigativas que demandam a construção de argumentos. A análise dos argumentos é pautada em metodologia proposta por Erduran, Simon e Osborne (2004), com base no Modelo de Toulmin (2001).

Em S08 o pressuposto que guia o desenvolvimento do trabalho é o mesmo apresentado no T02. Ou seja, a relevância do entendimento da natureza da Ciência por parte dos alunos e a possibilidade da sua concretização a partir da realização de atividades investigativas que também apresentem cunho argumentativo. Nessa perspectiva, argumentos produzidos no Fórum do Moodle foram analisados de acordo com o Modelo de Toulmin (2001).

A relação que pode ser estabelecida entre as atividades didáticas que fomentam a argumentação e as que visam o entendimento sobre a natureza da Ciência é explorada neste foco, com o indicativo do papel promissor das atividades investigativas, tendo em vista o alcance desse objetivo, apontado como muito relevante para a formação dos alunos (TEIXEIRA; FREIRE JÚNIOR; EL-HANI, 2009).

3.2.5. Argumentação associada a quadros analíticos

Esse foco temático abarca três artigos. Em S02 é apresentado o quadro analítico *Rainbow*. Desenvolvido como ferramenta para análise de debates/discussões argumentativas, o quadro abarca sete categorias principais. Estas dizem respeito a ações que não se relacionam de modo algum com a tarefa prescrita pelo professor (categoria 1) e as que se relacionam, de algum modo, com a mesma (categorias 2-7). Dentre as categorias de 2-7, estão aquelas estreitamente vinculadas às solicitações presentes na tarefa (categorias 5-7) e as que abarcam aspectos sociais (categoria 2) e de organização da tarefa (categoria 3-4). As últimas três categorias (5-7) incluem atividades argumentativas. O *Rainbow* evidencia as atividades realizadas no ambiente virtual, de forma a permitir que se aponte em que medida os alunos se engajam nas atividades argumentativas. A análise complementar, focada nas suas três últimas categorias, denominada na literatura de Análise da Expansão e Aprofundamento do Debate (AMELSVOORT; ANDRIESSEN; KANSELAAR, 2007), indica a extensão com que os mesmos exploraram o tópico em estudo, com base na construção que fizeram de argumentos e contra-argumentos.

Em W01 é apresentado o quadro analítico para codificação de argumentação científica dialógica de estudantes em fóruns de discussão assíncronos. Este é destinado à classificação de mensagens escritas em contextos de discussão colaborativa. A classificação se dá quanto aos seus movimentos discursivos e, em seguida, aquelas consideradas em algumas das categorias que denotam conteúdo argumentativo são avaliadas quanto à qualidade estrutural dos fundamentos empregados e quanto à qualidade conceitual.

Os dois quadros analíticos mencionados anteriormente têm um propósito abrangente, que abarca a classificação de cada mensagem submetida em uma discussão colaborativa dialógica e se desdobra em outras possíveis análises quanto à estrutura e conceitos mobilizados nas mensagens. Essas características se diferem do próximo trabalho, vinculado apenas à análise de diagramas.

Em S01 é apresentado o quadro analítico denominado *Argumentation Diagram Analysis Method* (ADAM). Os autores partem do princípio de que a qualidade dos diagramas de argumentação é resultante de características como a forma do diagrama, a quantidade de argumentos, a quantidade e natureza das opiniões expressas e a correção das relações argumentativas. As análises são usualmente relacionadas com a qualidade dos diagramas dos alunos produzidos antes, durante e após uma determinada intervenção didática.

Os poucos trabalhos vinculados a esse foco temático indicam quão escassos são os quadros destinados a ampliar as possibilidades analíticas da argumentação em Ciências em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem. Em comum todos eles contemplam especialmente as análises de discussões colaborativas. Além disso, tomam como ponto de partida categorias de uma classificação baseada nos componentes argumentativos do Modelo de Toulmin (2001). Mesmo outros artigos apresentados anteriormente, em outros focos temáticos, se inspiram nesse Modelo para desenvolvimento do sistema, da sequência didática ou da própria análise. Isso demonstra o quanto o Modelo de Toulmin (2001) e suas derivações ainda são fortemente empregados na atualidade para descrição e análise de um argumento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho foi realizada uma análise acerca de pesquisas que abordavam ações educacionais, apoiadas por sistemas computacionais, no contexto do ensino de Ciências, a fim de promover a argumentação entre os participantes. Não foram identificadas experiências nessa vertente realizadas no contexto nacional, o que é preocupante e sugere a necessidade de elaboração de questionamentos que conduzam a reflexões e a ações quanto a tal cenário.

São também inexistentes relatos de pesquisa proveniente não só do Brasil, como também dos demais países da América Latina, assim como da África e da Oceania. O estabelecimento de parcerias entre os países desses continentes com aqueles já avançados nessas discussões é, portanto, recomendável.

No conjunto de artigos analisados foi possível observar ainda outras lacunas. No que diz respeito às temáticas de discussão, falta uma maior centralidade nas discussões de temas das Ciências Químicas, presentes apenas de forma tangencial em assuntos como bioetanol, energia nuclear e mudanças climáticas.

Outra importante lacuna se observa na carência dessa estratégia no Ensino Superior, especialmente na formação de professores. Quando se pretende incorporar duas importantes discussões às aulas de Ciências, como a argumentação e as TIC, o alinhamento de tais perspectivas com pesquisas em formação de professores é crucial.

Sendo assim, é desejável que ações de ensino se localizem nas referidas lacunas, a partir do desencadeamento de experiências educacionais inovadoras. Nessa perspectiva, algumas orientações podem ser extraídas da análise. A primeira delas diz respeito aos sistemas computacionais. Esses, em quase sua totalidade, foram desenvolvidos nos próprios grupos de pesquisa dos autores dos artigos analisados. Isso sugere a importância de parcerias entre os pesquisadores da educação e das tecnologias computacionais a fim de modelarem e desenvolverem sistemas apropriados aos propósitos didático-pedagógicos de cada pesquisa.

A segunda orientação concerne ao tamanho dos grupos de alunos envolvidos nas ações de ensino e pesquisa. Foi possível evidenciar que grupos de até sessenta estudantes são os mais comumente formados para manter um bom acompanhamento das atividades nas interações presenciais ou virtuais.

Por fim, os focos temáticos que emergiram da leitura dos artigos permitem orientar novas experiências de maneira a promover outras discussões associando a promoção da argumentação no ensino de Ciências à elaboração e reelaboração de conceitos científicos, à escrita, à tomada de decisão e reflexão, à natureza da Ciência e à elaboração de quadros analíticos. Certamente a ampliação dos debates em torno dessas questões continuará estimulando uma compreensão mais adequada dos conceitos científicos e melhor entendimento sobre a própria natureza da construção do conhecimento científico.

Computer-supported collaborative argumentation in science teaching: a review

ABSTRACT

This paper discusses the academic production of the development and use of computational systems focusing on elaborating arguments in science teaching. To do this, articles on the topic were analysed considering two main purposes: to investigate quantitatively characteristics pertinent to the methodological scope of the research described therein and to investigate qualitatively their thematic foci. The analyses revealed a lack of publications from the Southern Hemisphere, a low recurrence of the use of these computational systems in didactic activities aimed at higher education, as well as arguments about topics directly related to the chemical sciences. Six thematic foci were identified in the articles, highlighting the one related to students constructing arguments with a view to developing/re-developing pseudo-scientific and scientific concepts/topics.

KEYWORDS: Language. Virtual learning environment. Science education. Bibliographic research.

REFERÊNCIAS

AMELSVOORT, M. V.; ANDRIESSEN, J.; KANSELAAR, G. Representational tools in computer-supported collaborative argumentation-based learning: how dyads work with constructed and inspected argumentative diagrams. **Journal of the Learning Science**, v. 16, n. 4, p. 485-521, 2007.

ARISTÓTELES. **Órganon**. 3.ed. São Paulo: Edipro, 2016. 648p.

ARNSETH, H. C.; LUDVIGSEN, S. Approaching institutional contexts: systemic versus dialogic research in CSCL. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 1, n. 2, p. 167-185, 2006.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 5.ed. Lisboa: Edições 70, 2009. 280p.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Editora Porto, 1994. 337p.

BÖGEHOLZ, S.; BÖHM, M.; EGGERT, S.; BARKMANN, J. Education for sustainable development in German science education: past – present – future. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v. 10, n. 4, p. 231-248, 2014.

BRASIL. Casa Civil. Ministério da Educação. Lei nº 9394 de 20 de dezembro de 1996. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Seção 1, p. 27833-27841.

BROWN, A. L.; CAMPIONE, J. C. Designing a community of young learners: theoretical and practical lessons. In: LAMBERT, N. M.; McCOMBS, B. L. (Ed.). **How students learn: reforming schools through learner-centered education**. Washington: American Psychological Association, 1998. p. 153-186.

CLARK, D. B.; SAMPSON, V. D. Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 3, p. 293-321, 2008.

CORVELLEC, H. For a symmetrical understanding of organizing and arguing. **Society and Business Review**, v. 1 n. 3, p. 248-265, 2006.

DAWSON, V. M.; VENVILLE, G. Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. **Research in Science Education**, v. 40, n. 2, p. 133-148, 2010.

ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research**. Dordrecht: Springer, 2008. 296p.

ERDURAN, S.; OZDEM, Y.; PARK, J. Research trends on argumentation in science education: a journal content analysis from 1998–2014. **International Journal of STEM Education**, v. 2, n. 5, p. 1-12, 2015.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPPING into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. **Science Education**, v. 88, n. 6, p. 915-933, 2004.

HEGENBERG, L.; HEGENBERG, F. E. N. **Argumentar**. Rio de Janeiro: E-papers, 2009. 400p.

HOFSTEIN, A.; EILKS, I.; BYBEE, R. Societal issues and their importance for contemporary science education – a pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 9, n. 6, p. 1459-1483, 2011.

JAMALUDIN, A.; CHEE, Y. S.; HO, C. M. L. Fostering argumentative knowledge construction through enactive role play in Second Life. **Computer & Education**, v. 53, n. 2, p. 317-329, 2009.

KUHN, D.; SHAW, V.; FELTON, M. Effects of dyadic interaction on argumentative reasoning. **Cognition and Instruction**, v. 15, n. 3, p. 287-315, 1997.

LARIVIÈRE, V.; HAUSTEIN, S.; MONGEON, P. The oligopoly of academic publishers in the digital era. **Plos One**, v. 10, n. 6, p. 1-15, 2015.

LINN, M. C.; CLARK, D. B.; SLOTTA, J.D. WISE design for knowledge integration. **Science Education**, v. 87, n. 4, p. 517-538, 2003.

MEANS, M. L.; VOSS, J. F. Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels. **Cognition and Instruction**, v. 14, n. 2, p. 139-179, 1996.

NUSSBAUM, M. E.; SINATRA, G. M. Argument and conceptual engagement. **Contemporary Educational Psychology**, v. 28, n. 3, p. 384-395, 2003.

OLIVER, K. M.; HANNAFIN, M. J. Developing and refining mental models in open-ended learning environments: a case study. **Educational Technology Research and Development**, v. 49, n. 4, p. 5-33, 2001.

OLIVERAS, B.; MÁRQUEZ, C.; SANMARTÍ, N. Students' attitudes to information in the press: critical reading of a newspaper article with scientific content. **Research in Science Education**, v. 44, n. 4, p. 603–626, 2014.

OSBORNE, J. Teaching scientific practices: meeting the challenge of change. **Journal of Science Teacher Education**, v. 25, n. 2, p. 177-196, 2014.

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.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Argumentação no ensino de ciências: contexto brasileiro. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 2, p. 13-30, 2011.

SANDOVAL, W. A.; REISER, B. J. Explanation-driven inquiry: integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. **Science Education**, v. 88, p. 345, 2004.

SENA, G. C. A.; FIGUEIREDO, M. F. Um estudo da teoria da argumentação da retórica aristotélica à teoria dos blocos semânticos. **Diálogo das Letras**, v. 2, n. 1, p. 4-23, 2013.

STAHL, G. A decade of CSCL. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 10, n. 4, p. 337-344, 2015.

STEGMANN, K.; WEINBERGER, A.; FISCHER, F. Facilitating argumentative knowledge construction with computer-supported collaboration scripts. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 2, n. 4, p. 421-447, 2007.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JÚNIOR, O.; EL-HANI, C. N. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de Física. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.

TOULMIN, S. **Os Usos do Argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 375p.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2003. 200p.

Recebido: 2018-05-30

Aprovado: 2019-03-06

DOI: 10.3895/rbect.v12n3.8342

Como citar: SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L. Argumentação colaborativa apoiada por computador no ensino de ciências: uma revisão. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 12, n. 3, 2019. Disponível em:

<<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8342>>. Acesso em: xxx.

Correspondência: Salete Linhares Queiroz - salete@iqsc.usp.br

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

