

ARTIGO

ESPAÇO INTERATIVO DE ARGUMENTAÇÃO COLABORATIVA: CONDIÇÕES CRIADAS PELO PROFESSOR PARA PROMOVER ARGUMENTAÇÃO EM AULAS INVESTIGATIVAS

Arthur Tadeu Ferraz*
Lúcia Helena Sasseron**

RESUMO: O ensino por investigação é frequentemente considerado como catalisador do processo de Alfabetização Científica, pois favorece tanto o trabalho de práticas epistêmicas da ciência, como a argumentação, e a ocorrência de interações de diferentes naturezas que são essenciais para a construção de sentidos e significados. Neste trabalho, buscamos discutir a importância da promoção das interações neste contexto com foco na promoção da argumentação para a construção de entendimento pelos alunos sobre um determinado objeto de estudo. Nossos resultados, teóricos e empíricos, revelaram que a implementação de abordagens investigativas permite a configuração de um espaço interativo de argumentação colaborativa, ou seja, um ambiente em que a construção de argumentos é favorecida pela interação e colaboração entre os membros e elementos que constituem a sala de aula.

Palavras-Chave: Argumentação. Ensino por investigação. Interações discursivas.

ESPACIO INTERACTIVO DE ARGUMENTACIÓN COLABORATIVA: CONDICIONES CREADAS POR EL PROFESOR PARA PROMOVER LA ARGUMENTACIÓN EN CLASES INVESTIGATIVAS

RESUMEN: Se considera frecuentemente la enseñanza por medio de la investigación como catalizadora del proceso de Alfabetización Científica, pues favorece tanto el trabajo de prácticas epistémicas de las ciencias, como la argumentación, y el surgimiento de interacciones de distintas naturalezas que son esenciales a la construcción de sentidos y significados. En este trabajo, se pretende discutir la importancia de la promoción de las interacciones en este contexto con atención a la promoción de la argumentación para la construcción de entendimiento por parte de los alumnos acerca de un determinado objeto de estudio. Nuestros resultados, teóricos y empíricos, revelaron que la implementación de enfoques investigativos permite la configuración de un espacio interactivo de argumentación colaborativa, o sea, un ambiente en que la construcción de argumentos se favorece de la interacción entre los miembros y elementos que constituyen la clase. **Palabras clave:** Argumentación. Enseñanza por investigación. Interacciones discursivas.

*Mestre em Ensino de Ciências pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP) São Paulo, SP - Brasil.
E-mail: <arthur.ferraz@usp.br> .

**Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo (USP). Professora Doutora da Faculdade de Educação da USP e Pesquisadora do LaPEF (Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física) da Faculdade de Educação da USP. São Paulo, SP - Brasil.
E-mail: <sasseron@usp.br> .

**INTERACTIVE ENVIRONMENT OF COLLABORATIVE ARGUMENTATION:
CONDITIONS CREATED BY TEACHER TO PROMOTE ARGUMENTATION IN
INQUIRY-BASED CLASSES**

ABSTRACT: Inquiry-based teaching is often seen as a catalyst for Scientific Literacy. This because it favors the work of epistemic practices of science, such as argumentation, and the different kinds of interactions that are essential for the construction of meanings by students. In this paper, we discuss the importance to promote interactions in this context focusing on promoting of argumentation by students to build understanding about objects of study. Our results, theoretical and empirical, have revealed that implementation of investigative approaches allows the configuration of an interactive environment of collaborative argumentation, that is, an environment in which the interaction and collaboration among members and elements that constitute the classroom favors the construction of arguments.

Keywords: Argumentation. Inquiry-based teaching. Discursive interactions.

1. INTRODUÇÃO

Os propósitos do ensino de Ciências da natureza na educação básica são múltiplos e quando nos colocamos à luz das diretrizes contidas nos documentos oficiais, podemos dizer que são centrais: a compreensão pelos alunos de “como a ciência funciona” e o aprendizado de suas práticas, produtos e procedimentos. Falamos, então, em Alfabetização Científica, como objetivo do ensino de Ciências que busca colocar em discussão não apenas os conhecimentos conceituais das ciências, mas também aspectos epistêmicos de sua prática, além das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Assim, concordamos com a definição de Sasseron (2008) para quem a Alfabetização Científica está associada aos objetivos que permitam aos alunos “interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-lo e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação ancorada em noções e conhecimentos científicos e sobre ciências”. Com foco nesses objetivos, pesquisas na área de educação em Ciências têm apontado o ensino por investigação como uma das possíveis formas de favorecer a que os estudantes sejam alfabetizados cientificamente (SASSERON, 2008; SASSERON e CARVALHO, 2011; MACHADO, 2012; SOUZA, 2013; entre outros).

O ensino por investigação tem se destacado como uma abordagem didática (SASSERON, 2015) que, em aulas de Ciências da Natureza, permite o contato dos estudantes com práticas científicas e epistêmicas que se aproximam do fazer científico (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE e CRUJEIRAS, 2017). Isso revela nossa concepção de que as ações dos professores são essenciais para que a investigação, característica das ciências, ocorra em aula, sobretudo porque permite o surgimento de interações de naturezas distintas: interações materiais, com objetos utilizados para resolução de problemas; interações com informações e conhecimentos, que permitem a construção de soluções; e interações interpessoais, que permeiam os processos de investigação e que se mostram essenciais para a dinâmica de participação ativa dos estudantes. Mas isso traz à tona uma questão: como promover estas interações para que os estudantes participem do processo de investigação em sala de aula? Defenderemos a concepção de que o ensino por investigação pode assumir uma posição privilegiada para a promoção de situações argumentativas e engajamento de seus alunos no processo de aprendizagem, uma vez que o professor, autoridade epistêmica naquele contexto, atua como mediador e promotor de interações entre os alunos e não como agente transmissor de conhecimento dotado apenas de autoridade social (BERLAND e HAMMER, 2012).

É no intercurso de situações argumentativas que as interações entre os alunos, alunos e professor e alunos e materiais didáticos são favorecidas. Nessas múltiplas interações os alunos têm a oportunidade de emitirem e testarem hipóteses, avaliarem e construir explicações e entendimentos sobre diferentes fenômenos que são debatidos durante investigações desencadeadas por situações-problemas a serem solucionadas. Esse contexto fundamenta uma das proposições centrais deste artigo: o ensino por investigação como forma de potencializar as interações discursivas entre alunos e professor e a promoção da prática argumentativa

em aulas de Ciências. De modo mais específico, interessa-nos analisar como acontecem interações discursivas em sala de aula com o objetivo de que os alunos investiguem fenômenos e argumentem sobre situações e conteúdos que estão em análise, justificando suas concepções.

Nossa hipótese é a de que a construção de argumentos pelos alunos só é favorecida quando há interação e colaboração entre professor e alunos e entre estas pessoas e os materiais e conhecimentos à disposição naquele contexto.

2. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Defendemos aqui que ensinar Ciências não se resume apenas a ensinar conteúdos conceituais, do mesmo modo que não se deve enfatizar somente o ensino de procedimentos ou de atitudes da cultura científica. Entendemos que o ensino por investigação permite o trabalho com ambos: conceitos e práticas das ciências, fazendo com que os alunos possam, ao mesmo tempo, construir entendimento sobre fatos, leis, modelos e teorias científicas e tomar consciência de aspectos que circundam e influenciam a prática científica.

Sob essa perspectiva, nosso entendimento revela que o ensino por investigação caracteriza-se por favorecer o trabalho integrado com diferentes práticas metodológicas e didáticas, sendo que estas variam de acordo com o perfil do professor e os recursos disponíveis para o desenvolvimento de uma aula. Devido a estes aspectos o compreendemos como uma **abordagem didática** (SOLINO *et al*, 2015), colocando, sobre o professor, o papel central para promover as investigações que serão realizadas pelos alunos com o auxílio e acompanhamento do docente.

Tomado como uma abordagem didática, o ensino por investigação não deve ser pensado como uma estratégia metodológica de ensino específica, mas sim ao modo como o professor possibilita as interações entre alunos e entre estes, os materiais e os conhecimentos. Dessa forma, sua implementação pode ocorrer por meio de ações e estratégias diferenciadas de forma a configurar um ambiente em que professor e alunos possam interagir e colaborar entre si para que o entendimento sobre diferentes temas seja estruturado, ampliado e aprofundado. De modo objetivo, o ensino por investigação só será de fato investigativo se o professor promover condições para que ele ocorra. Embora isso possa parecer óbvio, reforçamos aqui nossa concepção de que não há atividade investigativa *a priori*. Uma atividade torna-se investigativa pelo modo como ela é trabalhada em sala de aula. Mas, claramente, há atividades que são construídas com características que já preveem este movimento, podendo ter mais êxito no objetivo de estabelecer a investigação entre os estudantes.

O professor, autoridade epistêmica e social, deve cuidar para que a participação ativa de seus alunos seja instaurada. É o professor quem propõe um problema para investigação e o torna mais complexo com base nos entendimentos apresentados por seus alunos, orientando-os de forma que possam aproximar suas compreensões e explicações aos conceitos científicos socialmente aceitos naquele momento, promovendo a discussão e o debate de hipóteses, e solicitando que as conclusões proferidas sejam ancoradas em outros conhecimentos previamente estabelecidos e conhecidos pelos alunos.

A concepção de ensino por investigação adotada nesse trabalho tem como referencial central os trabalhos de Carvalho (2011; 2013) que, usando dos resultados obtidos pelas pesquisas de Piaget, Vigotski e Bachelard, deixa evidente alguns aspectos que devem ser considerados ao se planejar atividades investigativas e Sequências de Ensino Investigativas (SEI). Em outras palavras, para estruturar o que se concebe como ensino por investigação a autora adota pressupostos construtivistas e sociointeracionistas, além de elementos próprios da epistemologia da ciência, como, por exemplo, a produção, comunicação, avaliação e legitimação de ideias (KELLY, 2008; KELLY e LICONA, no prelo).

3. ARGUMENTAÇÃO E ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Dentre as inúmeras práticas da ciência, a argumentação destaca-se por ser um elemento central e, por isso, também precisa ser valorizada e fomentada durante a implementação de atividades e sequências de ensino investigativas (KELLY, 2008, 2010; DUSCHL e GRANDY, 2008; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE e ERDURAN, 2008; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE *et al*, 2000; entre outros).

A relação entre argumentação e ensino por investigação pode ser vislumbrada em diferentes pesquisas na área de educação em Ciências. Por exemplo, Sá *et al* (2011), no contexto de um curso de formação continuada de professores de educação básica, buscaram construir sentido para o termo ensino por investigação com base nas ideias de Bakhtin e na análise de entrevistas com professores cursistas e tutores desse curso. À luz desses dados, esses autores apontam que “construir um problema; aplicar e avaliar teorias científicas; propiciar a obtenção e a avaliação de evidências; *valorizar o debate e argumentação*; permitir múltiplas interpretações” (p.97, grifo nosso) são características que devem estar presentes em atividades de natureza investigativa.

Há quem relacione a argumentação com o ensino por investigação devido às características das interações que emergem do processo investigativo. Por exemplo, Carvalho (2013), aponta que durante a realização de uma investigação, quando os alunos são solicitados pelo professor a responderem as questões “como?” e “por quê?” o problema proposto foi solucionado, é favorecido que sejam estruturadas justificativas e a articulação entre evidências e conclusões por meio de um processo que se assemelha à *argumentação científica*.

A perspectiva apresentada corrobora com a nossa visão de que os alunos, quando inseridos em um ambiente que contemple características do ensino por investigação, são estimulados a aprenderem e a desenvolverem determinados procedimentos próprios da cultura científica, como, por exemplo, observar, anotar, manipular, questionar, buscar respostas para os seus questionamentos e argumentar (CAPECCHI, 2004; SCARPA, 2009). Nesse sentido, o ensino de Ciências por investigação, além do compromisso com a Alfabetização Científica dos alunos, também favorece a criação de um ambiente privilegiado para que ocorra o surgimento e o desenvolvimento procedimentais e atitudinais da ciência, como a argumentação, pois é durante o processo de investigação de um fenômeno que os alunos são requisitados a articularem evidências e conclusões, emitirem

e testarem hipóteses, construirão explicações e, conseqüentemente, seu próprio entendimento sobre o que está em discussão.

3.1. O que entendemos por argumentação?

O estudo da argumentação congrega trabalhos de diferentes campos, como, por exemplo, da Psicologia, da Filosofia e da Educação.

Leitão (2007), com foco no campo da psicologia, destaca que o ponto de partida para estudos relacionados à argumentação tem suas concepções formuladas com base em teorias do campo da filosofia contemporânea e que, no contexto destas teorias, argumentação é definida como uma atividade essencialmente discursiva, que ocorre por meio da justificação de uma alegação, que por sua vez pode ter maior ou menor aceitabilidade a depender da consideração ou refutação de alegações alternativas.

No campo de pesquisa na área de educação em ciências, essa filiação filosófica a qual Leitão (op. cit.) se refere pode ser observada em inúmeros trabalhos que adotam a obra de Stephen Toulmin (2006) como base teórica e como forma de avaliar e/ou validar o que foi construído ao longo do processo de argumentação, este que por sua vez, também é concebido de maneiras distintas (por exemplo, SIMON *et al*, 2006; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE *et al*, 2000).

Dentre os aspectos que são frequentemente vinculados à argumentação no ensino de ciências, a justificação de enunciados e a persuasão de uma audiência (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE e ERDURAN, 2008) são os aspectos mais recorrentes. Sistematizar um conhecimento ou uma hipótese, defender um ponto de vista e persuadir uma audiência são elementos distintos que estão incorporados à argumentação, mas constantemente aparecem emaranhados a depender do contexto e dos objetivos que são levados em conta.

Com base nestas ideias, definimos argumentação como um ato discursivo plural que se caracteriza por ser um processo pelo qual um indivíduo, ou grupo de pessoas, buscam tornar clara uma determinada situação, fenômeno ou objeto, à luz de uma alegação proferida e suportada por justificativas e outros elementos que lhe conferem maior ou menor validade. Sob esta perspectiva, a argumentação é um processo que ocorre em aula quando alunos e professor interagem discursivamente com o objetivo de analisar e avaliar um fenômeno ou situação. Entendemos que o argumento é um dos produtos construído neste processo.

Favorecer o surgimento e o desenvolvimento da argumentação em sala de aula é uma estratégia que permite que os alunos participem ativamente e, ao mesmo tempo, os aproxima das práticas da cultura científica. É nesse processo que eles encontram espaço para propor e testar hipóteses, construir e relacionar justificativas, aderindo a diferentes opiniões e compartilhando conceitos e pontos de vistas. Não se trata, ressaltamos, de um processo de recriação da ciência em sala de aula, mas sim uma forma para desenvolver habilidades cognitivas de maneira responsiva e, portanto, ativa, que, além de favorecer compreensões sobre conteúdos científicos, podem ser extrapoladas e generalizadas para situações cotidianas.

Diante destas considerações fica evidente que, mesmo com definições distintas, o que concebemos como argumentação converge para o fato de que ela é um processo interativo. A questão da interação no processo argumentativo é decorrente da necessidade da existência de justificativas para suportar um determinado ponto de vista. São as justificativas que conferem força e validade a um argumento, podendo ser incorporadas por meio de ações orais ou produções escritas, por pessoas situadas em diferentes contextos que articulam diferentes evidências de natureza conceitual ou empírica.

O caráter formativo das interações no processo argumentativo é o que proporciona a construção de entendimento pelos alunos e está estreitamente associado à negociação de significados dos conteúdos científicos que estão sendo investigados. No contexto de uma abordagem didática pautada nos pressupostos do ensino por investigação, a construção de sentidos e significados é promovida, então, devido à configuração de um *espaço interativo de argumentação colaborativa*, ou seja, um ambiente onde a argumentação progride conforme o professor medeia interações de diferentes níveis entre seus alunos e dados teóricos e empíricos que se têm disponíveis, tornando a construção de argumentos algo colaborativo, conforme são apresentados explicações ao objeto investigado.

4. O ESPAÇO INTERATIVO DE ARGUMENTAÇÃO COLABORATIVA

Conforme já mencionado, o professor tem papel importante no estabelecimento dos processos investigativos em aulas de Ciências. Dentre suas ações, está a proposição de problema de investigação junto à criação de condições para que seus alunos se engajem em seu processo de resolução. É a partir da proposição de um problema e das ações e procedimentos tomados para sua resolução que tem início a construção de explicações, que, em se tratando de um espaço em que o professor incentiva a participação, deve transcorrer por meio de interações entre os alunos, entre alunos e materiais e conhecimento e entre alunos e professor. Nesse sentido, o professor deve estar atento para possibilitar o envolvimento de seus alunos com a proposta por meio de diferentes tipos de ações.

Ancorados em resultados de estudos sobre o desenvolvimento do pensamento e da linguagem, entendemos que os significados são criados na interação social e internalizados individualmente (VIGOTSKI, 2004; BAKHTIN, 2006). Nesse sentido, a aprendizagem ocorre por meio da negociação de significados em um ambiente que confronta diferentes perspectivas sobre um mesmo objeto. Este processo é constituído por diversos tipos de interações, por exemplo, as discursivas que são promovidas, estabelecidas e conduzidas em sala de aula pelo professor, que por sua vez utiliza-se de uma grande variedade de discursos com o objetivo de possibilitar a construção de significados pelos seus alunos (MORTIMER e SCOTT, 2002).

Uma ampla gama de conteúdos está relacionada às interações promovidas no contexto do ensino por investigação, passando por questões procedimentais, no que tange ao trabalho com dados e informações, e por questões ligadas à

epistemologia do trabalho científico, como a argumentação. É nas interações com os pares que os alunos acessam diferentes saberes, evidências e têm suas habilidades lógicas e metacognitivas estimuladas, elementos importantes para o estabelecimento de práticas que se aproximam do fazer científico (DUSCHL *et al*, 2016; OSBORNE, 2016; KELLY, 2008; ERDURAN, 2008). Nesse sentido, argumentar torna-se uma ação pertinente à participação ativa dos alunos sobre o aprendizado. As ações realizadas ao longo dos processos argumentativos permitem que os alunos ampliem entendimentos sobre conceitos e sobre práticas das ciências, conforme a dinâmica proporcionada pelas interações leva à incorporação ou à refutação de ideias, evidências e justificativas pela contribuição dos demais colegas e, principalmente, pelo professor que conduz e gerencia o processo de aprendizagem.

Defendemos que o processo argumentativo depende dessas interações para ocorrer e que faz parte do trabalho do professor mediar, conduzir e intervir durante a ocorrência de uma investigação em sala de aula.

4.1. Mas por que colaborativa?

Compreendemos colaboração como a resultante de interações em que há troca de pensamentos, ideias, pontos de vistas, informações, etc., entre diferentes indivíduos que tenham um propósito comum. Esta compreensão ancora-se nas ideias de Piaget e Garcia (1973) e Kamii e Devries (1991) para quem a colaboração é o trabalho que ocorre em consenso no grupo, ainda que as ações e seus fins possam se diferenciar entre indivíduos. Colaborar está relacionado ao compartilhamento de compreensões entre diferentes sujeitos com o intuito de construir entendimento sobre determinada situação, fenômenos, objeto ou conceito.

O trabalho colaborativo possui potencial positivo quanto à forma de os alunos pensarem, agirem, interagirem e resolverem problemas. Nesse sentido, por terem como ponto de partida a proposição de um problema para investigação, as abordagens investigativas adquirem um papel privilegiado na ocorrência de colaboração entre os alunos, pois o professor não só propõe um problema, mas também promove distintos tipos de interações com e entre seus alunos, viabilizando o compartilhamento e a emergência de múltiplos pontos de vistas e explicações sobre um mesmo objeto.

É comum em sala de aula os alunos restringirem sua participação emitindo resposta às perguntas feitas pelo professor, que por sua vez, emite uma avaliação sobre o que foi dito. Este padrão de interação, denominado I-R-A (Indagação do professor – Resposta do aluno – Avaliação do professor), é amplamente difundido na literatura da área de educação e é frequentemente associado a um ensino tradicional, no qual os alunos não são estimulados a participarem criticamente do processo de aprendizagem em que estão inseridos já que suas contribuições acabam sendo pontuais e necessárias apenas para preencher lacunas existentes no discurso do professor (MORTIMER e SCOTT, 2002; MEHAN, 1979). Todavia, é necessário ter cautela ao se tecer críticas negativas sobre esse tipo de padrão de interação. Por maior que seja o grau de liberdade conferido aos alunos, é o

professor que determina o conjunto de conteúdos que serão explorados ao longo de um período letivo, devido a isso e por ser autoridade epistêmica em sala de aula, é também o responsável por propor problemas que permitam que seus alunos construam entendimentos sobre esses diferentes conteúdos (BERLAND e HAMMER, 2012, De CHIARO e LEITÃO, 2005). Assim, a avaliação pode ser entendida não como a finalização do processo, mas como uma nova pergunta ou nova possibilidade de interação.

A ação de propor perguntas é algo inevitável em qualquer tipo de abordagem, mas no ensino por investigação possuem naturezas distintas. Machado (2012) agrupou os diferentes tipos de perguntas feitas pelo professor durante a resolução de um problema em aulas investigativas em quatro categorias, a saber: perguntas de problematização, perguntas sobre dados, perguntas exploratórias sobre o processo e perguntas de sistematização.

Os diferentes tipos de perguntas feitas pelo professor, conforme estruturado por Machado (op. Cit.), refletem as intenções deste nas etapas de uma investigação e almejam possibilitar que seus alunos desenvolvam olhares e posturas ativas no processo de construção de entendimento sobre conteúdos e conceitos científicos. Nesse sentido, em uma abordagem investigativa os alunos são convidados não só a apresentarem em suas respostas valores numéricos ou definições de conceitos, mas sim dados, informações, evidências e explicações sobre o objeto de investigação, em outras palavras, elementos necessários à argumentação e à construção de argumentos. Assim, o direcionamento da resolução do problema, ocasionado pelas perguntas do professor, deve acarretar em fornecimento, pelos alunos, de informações e opiniões relacionadas a esta resolução, em processo de colaboração. É, neste momento de colaboração mútua, que os alunos discutem dados, evidências e outros suportes às ideias que buscam defender, e que avaliam e corrigem as visões equivocadas em discussão, além de se apropriarem de gêneros discursivos semelhantes ao do professor e da ciência enquanto corpo de conhecimento.

As avaliações feitas pelo professor, por fim, não devem ser de natureza binária: sim/não, certo/errado, mais/menos, etc. São essas avaliações que permitirão que a investigação e construção de entendimento pelos alunos sobre o objeto investigado sejam aprofundadas e sejam aproximadas das explicações aceitas pela ciência (BERLAND e HAMMER, 2012; De CHIARO e LEITÃO, 2005).

Diante de todo este panorama, o processo dialógico desencadeado no curso de uma investigação em sala de aula ocasiona não só o surgimento de respostas às perguntas do professor, mas a emergências de elementos distintos que constituirão os argumentos dos alunos. É por meio de questionamentos que serão suscitados dados, garantias, justificativas que validam e qualificam conclusões. Do mesmo modo, não é esperado que todos esses componentes sejam emitidos por apenas um aluno. É dentro do contexto de múltiplas interações promovidas em uma abordagem investigativa que se configurará o quadro de argumentação colaborativa, ou seja, o processo de argumentação em sala de aula em que alunos e professor utilizam de materiais e informações disponíveis para, juntos, construir entendimento sobre fenômenos e situações em análise.

4.2. Ensino por investigação: Integrando a interação e a colaboração

Quando os alunos se engajam em práticas argumentativas na sala de aula, surgem oportunidades para que a construção de entendimento sobre os objetos de investigação seja feita coletivamente por meio da troca de informações durante as interações com o professor, seus colegas e com os materiais didáticos e intelectuais que têm acesso, tais como livros didáticos, exposições orais, resultados de experimentos e observações de fenômenos cotidianos. Andriessen (2006) defende que a argumentação pode ajudar os alunos a atingirem uma grande variedade de objetivos educacionais almejados por propostas e documentos oficiais, pois argumentar com o intuito de aprender envolve os alunos na elaboração e compreensão de conceitos e estimula tanto o raciocínio lógico como a reflexão crítica.

A argumentação tende a ocorrer no discurso natural de um indivíduo, mas não é comum encontrar esse ato discursivo no contexto de uma aula de Ciências (LEITÃO, 2007). Nesse sentido promover um espaço interativo de argumentação colaborativa permite que os alunos desenvolvam distintas habilidades argumentativas, bem como a articular as estruturas de um argumento. Dessa forma, ensinar Ciências por meio de práticas da argumentação favorece que os alunos desenvolvam maior engajamento no trabalho em grupo, principalmente em momentos em que acatam ou refutam ideias advindas dos colegas ou outras fontes distintas. Esta prática tende a possibilitar também que os alunos façam uma melhor tomada de decisões em contextos cotidianos, o que está de acordo com os pressupostos da Alfabetização Científica.

Podemos compreender então que o conhecimento que é construído por cada estudante durante a argumentação é, também, coletivo uma vez que o conceito científico que está sendo trabalhado, enquanto está em fase de construção, está aberto e permite que se incorporem diferentes saberes e pontos de vistas, assim como ocorre no desenvolvimento da própria ciência.

5. ARGUMENTAÇÃO EM SALA DE AULA: UMA ANÁLISE EMPÍRICA

Retomando o objetivo deste estudo de evidenciar aspectos do ensino por investigação que possibilitam a argumentação dos alunos interativa e colaborativamente, trazemos a seguir uma análise de situação empírica referente à implementação de atividade investigativa para que possamos ilustrar como a interação e a colaboração ocorrem em sala de aula.

Antes de iniciar a descrição dos dados a serem analisados, é importante ressaltar que buscamos seguir dois passos distintos. Primeiramente iremos identificar os argumentos construídos ao longo de uma investigação realizada pelos alunos em sala de aula. Concomitantemente, será traçado um breve panorama das ações tomadas pelo professor que culminaram na construção dos argumentos identificados previamente e publicados em outra pesquisa (FERRAZ e SASSERON, 2017). Para a identificação dos argumentos usaremos o padrão de argumento proposto por Toulmin (2006, TAP – *Toulmin's Argument Pattern*). O modelo de Toulmin será utilizado como uma ferramenta metodológica de análise eo principal motivo de sua

escolha se deve ao fato de ser um instrumento consolidado na área de educação em Ciências e frequentemente encontrado em pesquisas relacionadas à didática das Ciências e estudos sobre argumentação (ERDURAN, 2008).

A proposição de Toulmin é feita com base no pressuposto de que, fora do contexto da lógica formal, os argumentos não podem ser enquadrados em formas semelhantes as do silogismo aristotélico, que indica que toda afirmação válida é gerada com base em uma conclusão advinda da ligação entre premissas menores e premissas maiores. Diante disso, o autor elabora um modelo de argumentos composto por seis elementos que se inter-relacionam entre si: dado (D), conclusão (C), garantia (W), apoio (B), refutador (R) e qualificador modal (Q). É a identificação de elementos em nossos dados e a análise de suas ocorrências em sala de aula que nos permitirá construir conclusões acerca do processo argumentativo.

5.1. Os dados de pesquisa

Os dados que iremos analisar são provenientes da implementação de uma Sequência de Ensino Investigativa em aulas de Ciências do Ensino Fundamental 1 construída seguindo pressupostos teóricos conforme descrito por Carvalho (2013). Os dados foram coletados com o auxílio de gravações na forma de áudio e vídeo por meio de duas câmeras que eram manuseadas por dois pesquisadores na ocasião em que as aulas foram aplicadas em uma escola pública estadual vinculada à Universidade de São Paulo. A professora que ministrou as aulas é formada em pedagogia, participou do processo de elaboração da sequência e, na época, tinha oito anos de experiência em sala de aula dos anos iniciais. A turma em que as gravações ocorreram era da 3ª Série do Ensino Fundamental 1 (atual 4º ano) e tinha trinta alunos com idades entre nove e dez anos.

A professora e pais e responsáveis pelos alunos foram informados sobre a coleta de dados e assinaram termos de concessão de imagem e áudio para fins de pesquisa.

5.1.a. Sobre a Sequência de Ensino Investigativa

A sequência de ensino investigativa intitulada “Navegação e Meio Ambiente” é constituída por onze aulas e trata de temas relacionados a diferentes campos da ciência (física, química e biologia). Sua aula inicial era constituída de uma atividade na qual os alunos eram instigados a resolverem um problema de conhecimento físico sobre flutuação dos corpos (CARVALHO *et al*, 1998). Com base nos resultados obtidos, deu-se início a pesquisas e discussões sobre a história da navegação e meios de transporte aquáticos que foram conduzidos ao longo das aulas subsequentes.

Durante toda a sequência foram abordados distintos problemas que confluíam sobre tópicos de ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Apresentou-se a ideia de água de lastro como forma de conferir estabilidade às embarcações aquáticas e como isto pode promover a introdução de espécies em habitat distintos daqueles em que são encontrados naturalmente. Finalmente, à

luz destes elementos, discutiu-se como a dinâmica de populações entre diferentes espécies pode ser alterada devido à inserção de seres vivos em outros habitat e os danos causados ao meio ambiente que isto pode ocasionar.

5.1.b. Apresentação dos dados

Os dados que ora apresentaremos são referentes à aula 9 da sequência brevemente descrita. As falas da professora e dos alunos foram transcritas na íntegra e separadas em turnos de fala que foram numerados conforme ocorreram durante a aula. Ao final da transcrição contamos com 194 turnos de fala, que foram ordenados cronologicamente e tiveram sua numeração original mantida. Comentários e algumas descrições de gestos ou ações pertinentes ao entendimento da situação ocorridas e relevantes à pesquisa foram também transcritos, mas delimitados entre os sinais gráficos “[]”. Também ressaltamos que no processo de transcrição das falas utilizamos pseudônimos para manter a identidade dos colaboradores preservada.

5.1.c. Sobre a aula analisada

Anteriormente à aula 9, da qual são provenientes nossos dados de análise, os alunos participaram de uma atividade denominada “Presa e Predador”, durante a qual foi possível coletar elementos para subsidiar a discussão sobre a dinâmica das populações entre diferentes espécies. A atividade consistia em um jogo similar ao “pega-pega” e cada grupo de alunos representava uma espécie de ser vivo diferente: planta, tapiti e jaguatirica. Conforme o jogo avançava, a cada rodada era registrada em uma tabela a quantidade de cada ser vivo existente para análise posterior. Ao todo foram 10 rodadas e os dados coletados durante o jogo permitiriam discutir como a população de espécies se altera a depender do número de presas e predadores existentes no habitat.

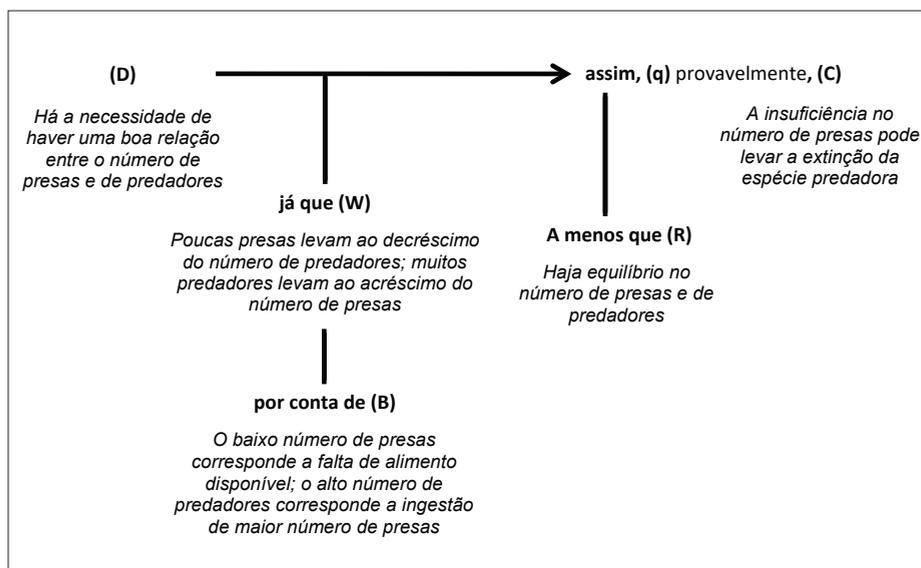
Finalmente, a aula 9 teve início com os alunos trabalhando em pequenos grupos fazendo a leitura da tabela construída com o auxílio do jogo. Neste momento, a análise dos dados pelos alunos estava sendo direcionada por perguntas previamente definidas e propostas pela professora. Após a leitura dos registros na tabela, a professora inicia o processo de investigação e discussão com a turma sobre a dinâmica populacional representada durante o jogo “Presa e Predador”. É especificamente sobre este momento que nossa análise será feita.

Justificamos a escolha da aula 9 ao fato de a mesma ser rica em interações dialógicas entre professor e alunos, o que favoreceu que evidenciássemos formas do processo de argumentação e construção de argumentos durante o intercurso da investigação científica.

5.2. Argumento que se pretende atingir com a aula

Para direcionar a análise dos dados empíricos, elaboramos, com base na leitura do planejamento da sequência de ensino, o seguinte argumento que se pretendeu atingir com a investigação e discussões da aula analisada.

Figura 1 – Argumento de referência construído à luz do plano de aula: *Desde que* [D] há a necessidade de haver uma boa relação entre o número de presas e de predadores. *Já que* [W] poucas presas levam ao decréscimo do número de predadores; muitos predadores levam ao acréscimo do número de presas *por conta de* [B] o baixo número de presas corresponde à falta de alimento disponível; e o alto número de predadores corresponde à ingestão de maior número de presas, *assim*, [Q] provavelmente, [C] a insuficiência no número de presas pode levar à extinção da espécie predadora, *a menos* [R] que haja equilíbrio no número de presas e de predadores.



Ressaltamos que não é esperado que o argumento descrito seguindo o layout de Toulmin seja proferido em sua completude por apenas um aluno. Trata-se de um modelo construído para guiar a análise e a discussão da investigação e do processo argumentativo em sala de aula.

5.3. Analisando interação e colaboração

A aula, que se iniciou com os alunos trabalhando em pequenos grupos, teve continuidade com a professora gerenciando a participação da turma e solicitando que fossem apresentados os primeiros resultados obtidos como respostas às questões debatidas.

Quadro 1 – Transcrição dos turnos de fala 1 a 17.

Turno	Falas transcritas
1	Professora: Bom, vamos lá. Como é que a gente vai fazer então? A gente vai ler as questões, aí os grupos vão dizer o que acham de cada uma das questões, o que o grupo discutiu, tá bom? Pra gente não fazer confusão, levanta a mão e eu chamo pessoas do grupo para responder. Tá? Depois de ter analisado a tabela..., (chamando a atenção de um aluno) Guilherme!, ...que o seu grupo e o grupo de vocês respondeu sobre que rodada o número de plantas foi maior. Teve alguma rodada em que o número de plantas foi superior? Davi?
2	Davi: É..., o primeiro.
3	Professora: Na primeira rodada, a gente começou com mais planta, não foi? Depois disso, não ficou maior não, né?
4	Davi: [acena negativamente com a cabeça]
5	Professora: Tá. Todo mundo concorda com o Davi?
6	Alguns alunos: Siiiiim.
7	Professora: Grupo do Luciano também concorda? Sim? Tá. Na segunda pergunta em que rodada o número de plantas foi menor? Fala, Marina.
8	Marina: Foi na quarta rodada.
9	Professora: [concordando] Na quarta rodada. Começou com 10 na quarta rodada, só tinha 4 plantas. O grupo da Vivian concorda? [concordam com cabeça] Foi isso mesmo?
10	Fábio : Foi.
11	Professora: Tá. E que rodada começou com o maior número de tapitis? Qual foi, Tadeu?
12	Tadeu: [lendo] Havia mais quantidade de tapitis na segunda rodada [inaudível]
13	Edson: É só até aqui, só até aqui, só até aqui.
14	Professora: Na segunda rodada, aumentou o número de tapitis, foi isso?
15	Luciano: É.
16	Professora: É? E quantas plantas havia nessa rodada em que o número de tapitis foi maior? Fábio?
17	Fábio: Estava com 7.

Este primeiro trecho da aula é marcado pela leitura dos resultados descritos na tabela que os alunos tinham em mãos, construída durante a atividade “Presas e Predador”. O intuito da professora foi evidenciar os dados importantes à construção de entendimento da situação pelos alunos. Nesse sentido, foram emitidas perguntas que exigiam, essencialmente, a leitura atenta do material disponível, favorecendo a interação dos alunos com os dados, os recursos e outras informações.

As principais perguntas feitas pela professora foram “em qual rodada há o maior número de plantas?” (turno 1), “em que rodada o número de plantas foi menor?” (turno 7), “que rodada começou com o maior número de tapitis?” (turno 11). Todas essas perguntas direcionavam a atenção dos alunos aos dados disponíveis que, conforme eram mencionados promoviam a interação com o material que possuíam em mãos.

Além do trabalho com dados e da promoção da interação com os materiais, a professora também teve o cuidado de estimular a participação de diferentes alunos no processo de investigação. No turno 7, por exemplo, após duas participações seguidas do aluno Davi (turnos 2 e 4), ela solicita a participação da aluna Marina. Do mesmo modo, em seguida, no turno 9, é o grupo da aluna Vivian que é requisitado. As falas da professora ressaltam a intenção de fazer com que todos os alunos tragam contribuições à discussão para que não seja apenas um o responsável pela solução do problema investigado, ou seja, a interação entre alunos e professor é também estimulada nesse momento.

Quadro 2 – Transcrição dos turnos de fala 23 a 42.

Turno	Falas transcritas
23	Professora: A medida em que o número de tapitis aumenta, o número de plantas, ele aumenta ou ele diminui? (pausa) Davi.
24	Davi: É...(pausa) O número de plantas diminuía. Porque quando os tapitis comiam as plantas, eles, é, elas viravam tapitis.
25	Professora: Só um minuto, Davi, porque o Edson está falando junto aqui e eu não consegui entender. Então, aumenta ou diminui o número de plantas?
26	Davi: O número de plantas diminuiu.
27	Professora: Por quê?
28	Davi: Porque quando os tapitis comiam as plantas, elas viravam tapitis.
29	Professora: [concordando] Eles viravam tapitis. E os tapitis se alimentavam de quê?
30	Júnior: Das plantas.
31	Professora: [concordando] Das plantas. Na natureza isto acontece também?
32	Cristiane: Sim.

Turno	Falas transcritas
33	Vivian: Sim.
34	Professora: Se eu tenho um ambiente que tem muitos tapitis e uma quantidade de plantas, os tapitis, eles vão aumentar a quantidade também das plantas ou eles vão diminuir?
35	Cristiane: Diminuir.
36	Francisco: Não, aumentar.
37	Professora: (concordando) Aumentar.
38	Vivian: Aumentar.
39	Professora: O número de plantas, com o aumento de tapitis, vai diminuir ou vai aumentar?
40	Francisco: Aumentar.
41	Professora: Diminuir. Por que que vai diminuir?
42	Tadeu: Porque os tapitis vão comer as plantas.

Nos turnos seguintes a professora continua a realizar perguntas aos alunos, mas com naturezas distintas das que foram feitas no primeiro momento em que a exigência era apenas a leitura dos dados da tabela. No turno 23, por exemplo, é possível perceber que a professora emite uma pergunta que marca a busca pela criação de relação entre as variáveis do problema: população de plantas e população de tapitis.

Ao ser questionado sobre o comportamento da variação da quantidade de plantas e tapitis da primeira e da segunda rodada, o aluno Davi (turnos 24 e 28) descreve o primeiro trecho do argumento que se almeja construir. Parafraseando a contribuição dada por Davi em conjunto com as contribuições de Vivian (turno 38), Francisco (turno 40) e Tadeu (turno 42), podemos construir a seguinte asserção: “como os tapitis se alimentam de plantas, o número de plantas diminui com o aumento do número de tapitis”. Notemos que a composição das falas destes alunos se refere à garantia (W) e ao apoio (B) detalhado na figura 1 e marca a colaboração entre diferentes alunos no processo de construção de argumentos.

É importante ressaltar que o argumento destacado fornece indícios de que o mesmo é uma construção coletiva, uma vez que diferentes informações colocadas em discussão foram contribuições de diferentes alunos. Não se pode descartar a hipótese de que as falas desses alunos são ações responsivas aos questionamentos do professor. Seja qual for o resultado, emerge desse momento

que há engajamento, interação e colaboração no processo de investigação e construção de solução do problema em análise.

A partir do turno 43, configura-se um novo momento no qual a professora busca tecer relações juntamente com a participação de diferentes alunos sobre a quantidade de jaguatiricas existentes em cada rodada do jogo “Presa e Predador”. A relação que se quer construir nesse momento é análoga à feita nos trechos previamente discutidos entre plantas e tapitis. A jaguatirica, nesse caso, é o predador do tapiti e, por sua vez, tem sua população afetada com o aumento ou decréscimo da população de tapitis.

A todo o momento a professora tem o cuidado de convidar diferentes alunos para apresentarem suas hipóteses, ideias e explicações. As interações, portanto, continuam a ser favorecidas constantemente de forma que o curso da investigação e construção de resolução do problema em análise seja compreendido por todos os alunos, permitindo, dessa forma, a colaboração no desenvolvimento da argumentação.

A questão da variação de população começa a se tornar mais evidente a partir do turno 83.

Quadro 3 – Transcrição dos turnos de fala 83 a 103.

Turno	Falas transcritas
83	Professora: Pessoal, olhem a segunda rodada. A população de tapitis, ela estava aumentando, ela estava diminuindo ou ela estava, ou ela tinha alcançado o <i>máximo</i> do que ela podia ter alcançado antes?
84	Eric: [imitando a professora] Máximo.
85	Professora: Fala, Davi.
86	Davi: Tava aumentando.
87	Professora: [concordando] Tava aumentando, né? Na segunda. Tava de 9, na primeira, passou pra 14. E lá na última rodada que tava de 7 jaguatiricas, quantos tapitis tinham?
88	Aluno desconhecido: 9 e 12.
89	Davi: 9.
90	Professora: 9 tapitis. E a população de plantas, como é que estava? Na segunda rodada?
91	Júnior: 7 e 7.
92	Professora: Tava diminuindo. E na sexta rodada? Tinha...?

Turno	Falas transcritas
93	Davi: Aumentado.
94	Professora: [concordando] Aumentado de novo. Como é que vocês explicam esse resultado? [pausa] Como é que vocês explicam essa movimentação, essa variação?
95	Breno: Que que é variação?
96	Professora: Variar, de aumentar, de diminuir. Fala, Luciano.
97	Luciano: É por causa que um animal, ele nunca sempre vai, ele nunca sempre vai diminuir.
98	Professora: [pedindo ao aluno para esperar] Luciano.
99	Guilherme: É isso que eu ia falar.
100	Professora: [chegando ao grupo] Tudo bem nesse grupo?
101	Edson: Tudo bem.
102	Professora: Vocês podem abrir o material, por favor? Obrigada. Desculpa, Luciano, fala.
103	Luciano: É por causa que, tipo assim, você tem assim, né? As jaguatiricas, elas... Se elas são 14, se elas comer mais 14, elas vão virar 28. Então não dá pra sempre ficar com o mesmo número. Ou ela vai aumentar ou ela vai abaixar. Por causa que nem sempre as jaguatiricas vão comer os tapitis, nem sempre os tapitis vão comer as plantas e nem sempre eles vão deixar de comer.

As perguntas feitas pela professora sobre a flutuação na população de presas e predadores exigem que os alunos desenvolvam raciocínios sobre os dados que têm disponíveis. A fala de Luciano (turnos 97 e 103) descreve corretamente a relação de causa e efeito ocasionada pela variação das populações representadas na tabela e responde o que fora solicitado pela professora em seus questionamentos. Notemos que a fala de Luciano pode, também, ser associada à garantia (W) e ao apoio (B) do argumento de referência elaborado anteriormente (figura 1), pois ele correlaciona as variáveis de tal forma que possibilita a criação de vínculo entre os dados (D) e a conclusão (C).

Ainda é importante ressaltar que a asserção de Luciano é, na verdade, a síntese de várias informações que foram apresentadas por seus colegas Davi

(turnos 86, 89 e 93) e Júnior (turno 91) associada aos dados da tabela que estava consultando. Novamente a questão da colaboração é evidenciada no processo interativo ocasionado pela investigação do problema da aula.

Quadro 4 – Transcrição dos turnos de fala 122 a 136.

Turno	Falas transcritas
122	Professora: [concordando] Come a planta e não é comido pela jaguatirica. O que que vai acontecer com o número das plantas nesse caso?
123	Luciano: Vai diminuir.
124	Professora: [concordando] Vai diminuir. Por que que vai diminuir?
125	Luciano: Por causa que vai ter muito tapitis e eles vão comer muitas plantas, aí vai diminuir bastante.
126	Professora: [concordando] Vai diminuir bastante. Agora vamos pensar diferente. Vamos pensar que a gente tem muita jaguatirica nesse ambiente, o que que vai acontecer?
127	Luciano: Elas vão comer muitos tapitis, os tapitis vai diminuir.
128	Júnior: Diminuir, e as jaguatiricas vai aumentar.
129	Professora: E o que que acontece com as plantas?
130	Júnior: Também vão aumentar porque os tapitis não vão comer elas.
131	Professora: Porque tem, não tinha tapitis suficientes para comer as plantas daí elas vão aumentar. Não é isso?
132	Luciano: É.
133	Professora: Você acha que é isso, Luciano?
134	Luciano: É, mais ou menos.
135	Professora: Que que você acha, Igor?
136	Igor: Eu acho que vai ser assim: se tiver muita jaguatirica em um lugar, as jaguatiricas vão comer tudo os tapitis e pode entrar em extinção os tapitis, e aí depois as jaguatiricas vão virar tudo planta porque elas não vão ter alimento.

Feita a organização dos dados e a relação entre a variação da flutuação das diferentes espécies envolvidas no jogo, a professora continua o curso da investigação analisando conjuntamente com os alunos as situações limites em que as explicações construídas são válidas. Essa conclusão pode ser percebida na

leitura das perguntas feitas pela professora nos turnos 126 (“*Vamos pensar que a gente tem muita jaguatirica nesse ambiente, o que que vai acontecer?*”) e 129 (“*E o que que acontece com as plantas?*”). As respostas emitidas por Luciano (turno 127) e Junior (turnos 128 e 130) a essas perguntas possibilita que a professora aprofunde a discussão favorecendo a participação dos demais colegas. Finalmente, Igor, que tem sua participação requisitada pela professora, organiza e sintetiza as contribuições dos colegas (turno 136), colocando na discussão a conclusão (C) do argumento que se almeja construir com a investigação feita durante a aula. Em outras palavras, podemos descrever que a fala de Igor pode ser entendida como “*a insuficiência no número de presas pode levar a extinção da espécie predadora*”, tal qual descrito anteriormente.

Quadro 5 – Transcrição dos turnos de fala 142 a 154.

Turno	Falas transcritas
142	Professora: E o que que acontece com os tapitis quando eles comem todas as plantas, o que que vai acontecer com eles?
143	Luís: Eles vão aumentar?
144	Professora: Vão o quê?
145	Luís: Aumentar.
146	Professora: Eles vão aumentar por um tempo. E depois?
147	Luciano: Morrer.
148	Davi: Diminuir.
149	Professora: Por que que eles vão morrer?
150	Davi: Por causa que não vai ter alimento pra eles comer.
151	Professora: Não vai ter alimentos pra eles... Vão ter muitos tapitis no mesmo espaço e onde não tem o alimento deles que é a planta. Fala Luciano, depois a Marina fala. Fala, Luciano.
152	Luciano: É como se fosse um equilíbrio. As plantas vão ter pouco, mas o deles vai ter muito. Aí se tiver pouca planta, vai dar comida pra poucos tapitis. Os outros vão morrer e vão virar plantas. Aí vai ter mais plantas, aí o tapiti vai comer. Aí as jaguatiricas vão comer tapiti. É como se fosse um equilíbrio.
153	Professora: Você quer dizer que precisa ter equilíbrio nos três. Não pode ter nem muito e nem pouco de cada um. É isso?
154	Luciano: É. Senão dá essa variação.

No turno 152, Luciano também sintetiza as contribuições trazidas pelos seus colegas durante as interações promovidas pela professora. Quando destaca a questão da necessidade de equilíbrio entre as populações das espécies, podemos enquadrar sua fala como sendo o refutador (R) descrito anteriormente.

Quadro 6 – Transcrição dos turnos de fala 169 a 183.

Turno	Falas transcritas
169	Professora: E aí os tapitis, alguns, poucos conseguiram comer, e aí foi de 8 pra 9, sem contar aqueles que conseguiram se defender dos 10, das 10 jaguatiricas, não é? E aí, abaixou ou diminuiu, ou aumentou a quantidade de jaguatiricas na outra, na sexta rodada?
170	Luciano: Abaixou.
171	Davi: Abaixou.
172	Professora: (concordando) Abaixou. Por que que abaixou? Fala, Marina.
173	Marina: Por que teve várias jaguatiricas que não comeram os tapitis, aí eles acabaram virando, acabaram, acabaram virando plantas.
174	Professora: (concordando) Acabaram virando plantas. Está bom. Mais algum comentário? E o que que fica pra gente desse jogo? O que que vocês entenderam, por que que vocês acham que a gente fez este jogo?
175	Luciano: Eu sei.
176	Professora: É pra aprender o quê? Só o Luciano tem uma ideia?
177	Júnior: Sobre a cadeia alimentar.
178	Professora: O que você acha Júnior?
179	Júnior: A cadeia alimentar.
180	Professora: (concordando) Aprender sobre a cadeia alimentar? Sobre que cadeia alimentar a gente trabalhou aqui? Júnior.
181	Júnior: Das plantas, dos tapitis e das jaguatiricas.
182	Professora: (concordando) E das jaguatiricas. Mas foi só para falar da cadeia alimentar ou teve mais coisas? Luciano.
183	Luciano: É assim: dentro de um lugar, não pode ter só um bicho daquele e não ter um predador pra ele. Porque sempre quando tem um bicho, tem que ter um predador. Por causa que para manter o equilíbrio. Por causa que se aquele animal não tem predador, ele vai virar muitos e vai acabar a comida naquele lugar e nenhum peixe vai comer ele.

A colaboração entre os alunos e a importância da promoção de interações pela professora fica ainda mais evidente quando analisamos os turnos finais da aula expressos no quadro 6. A partir do turno 169, vemos que a participação dos alunos Davi e Luciano é mais recorrente. Entretanto, a professora é cuidadosa em solicitar a participação de outros alunos, como no caso da aluna Marina (turno 172 e do aluno Júnior (turno 178 e 180).

5.4. Como dados analisados respondem aos objetivos de pesquisa

A análise contida na seção anterior evidencia diferentes aspectos que se engendram no contexto do ensino por investigação. A argumentação, como foco desse trabalho, emerge como uma prática da ciência que está contida no processo de investigação de dados que é promovida pela professora e desenvolvida pelos alunos.

Durante todo o intercurso de investigação e construção de resolução do problema vinculado à dinâmica populacional de espécies que foi trazida pelo jogo “Presas e Predador”, interações de diferentes naturezas e colaboração entre alunos estiveram presentes, seja nos debates sobre a validade de hipóteses ou na construção de explicações sobre a situação em discussão.

Conforme o planejamento da aula, as perguntas feitas pela professora aos alunos buscaram, primeiramente, organizar os dados e informações para, posteriormente, facilitar que os alunos construíssem argumentos sobre o problema em investigação. Dessa prática, entendida como o cerne do ensino por investigação como abordagem didática, favoreceu a construção de um ambiente no qual a argumentação foi instaurada de forma coletiva, em virtude da presença das interações discursivas e com os dados disponíveis, e colaborativa, uma vez que a contribuição de diferentes alunos culminou em explicações robustas, como, por exemplo, as emitidas pelos alunos Luciano (turnos 103 e 152) e Igor (turno 136) após contribuição de outros colegas.

Nessa perspectiva, há evidências que sustentam nossa hipótese de que a construção de argumentos pelos alunos é favorecida quando há interação e colaboração entre professor e alunos e entre ambos e os materiais e conhecimentos à disposição naquele contexto.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No universo do ensino de Ciências por meio de estratégias investigativas, muitas são as interações que podem resultar no aprendizado dos alunos sobre conceitos científicos e características da natureza da ciência. Portanto, é fundamental que pesquisadores busquem compreender como ocorrem estas interações e os processos de ensino e aprendizagem nesse ambiente tão dinâmico que é a sala de aula.

O professor é a peça central nessa abordagem didática, pois é ele o responsável em criar um ambiente de interação entre os alunos, de forma que estes sejam capazes de justificar suas alegações e construir suas explicações para as situações investigadas com base no conhecimento científico.

Ao compreender a necessidade de os alunos terem espaço para fornecerem e elaborarem múltiplas explicações e que a argumentação é um processo interativo e colaborativo, o professor se torna apto a favorecer um espaço de compartilhamento de ideias e negociação de significados. Assim, por meio da argumentação, favorecida em abordagens que se pautam nos pressupostos do ensino por investigação, mais do que garantir a autonomia dos alunos frente aos seus avanços cognitivos, promove e valoriza a postura coerente com os objetivos do ensino de Ciências e da alfabetização científica, ambos amplamente discutidos por pesquisadores.

REFERÊNCIAS

- ANDRIESSEN, J. Arguing to learn. In: SAWYER, R. K. (Ed.) **The Cambridge handbook of the learning sciences**. UK: Cambridge University Press, 2006.
- BAKHITIN, M. **Marxismo e filosofia da linguagem**. 12ª ed. São Paulo: Hucitec Editora, 2006.
- BERLAND, L. K.; HAMMER, D. Framing for scientific argumentation. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 1, p. 68-94, 2012.
- CAPECCHI, M.C.V.M., **Aspectos da Cultura Científica em Atividades de Experimentação nas Aulas de Física**, Tese de Doutorado. São Paulo: FE-USP, 2004.
- CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de ciências: Referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI). In: LONGHINI, M. D. (org.) **O Uno e o Diverso**. Uberlândia: EDUFU, cap. 18, p. 253-266, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.
- De CHIARO, S.; LEITÃO, S. O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula. **Psicologia: reflexão e crítica**, v.18, n.3, 2005.
- DUSCHL, R.A.; GRANDY, R.E., Reconsidering the character and role of inquiry in school science: framing the debates. In: Duschl, R.A.; Grandy, R.E. (ed.), **Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation**, Sense Publishers, 2008.
- DUSCHL, R.A.; BISMACK, A.S.; GREENO, J.; GITOMER, D.H., Introduction: Coordinating PreK-16 STEM education research and practices for advancing and refining reform agendas. In: DUSCHL, R.A.; BISMACK, A.S. (ed.), **Reconceptualizing STEM Education: the central role of practices**, Routledge, 2016.
- ERDURAN, S. Methodological foundations in the study of argumentation in science classroom. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (ed.) **Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research**. Springer , cap 3, p. 47-69, 2008.
- FERRAZ, A. T.; SASSERON, L.H.; Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUGALLO RODRÍGUEZ, A.; DUSCHL, R. A. “Doing the Lesson” or “Doing Science”: Argument in high school genetics. **Science Education**, v. 84, p. 757-792, 2000.

- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. e CRUJEIRAS, B. Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. In: TABER, K.S e AKPAN, B., **Science Education: an International Course Companion**, p. 69-80, 2017.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. Argumentation in science education: An overview. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (ed.) **Argumentation in Science Education: perspectives from classroom-based research**. Netherlands: Springer, cap. 1, p. 03-27, 2008.
- KAMII, C.; DREVIES, R., **Jogos em Grupo na Educação Infantil** - Implicações da Teoria de Piaget, São Paulo, Trajetória Cultural, 1991.
- KELLY, G., Inquiry, Activity and Epistemic Practice, in Duschl, R.A.; Grandy, R.E. (ed.), **Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation**, Sense Publishers, 2008.
- KELLY, G., Scientific literacy, discourse and epistemic practices. In: LINDER, C.; ÖSTMAN, L.; ROBERTS, D.A.; WICKMAN, P.; ERIKSON, G.; MCKINNON, A. (ed.), **Exploring the landscape of scientific literacy**, New York, Routledge, 2010.
- KELLY, G.; LICONA, P., Epistemic practices and science education. In: MATTHEWS, M. (ed.), **History and Philosophy of Science and Technology**, no prelo.
- LEITÃO, S. Processos de construção do conhecimento: A argumentação em foco. **Pro-Posições**, v. 18, n. 54, p. 75-92, 2007.
- MACHADO, V. F. **A importância da pergunta na promoção da alfabetização científica dos alunos em aulas investigativas de Física**. 2012. 126 p. Dissertação (mestrado) – Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- MEHAN, H. **Learning lessons: social organization in the classroom**. Harvard University Press, 1979.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.
- OSBORNE, J., Defining a knowledge base for reasoning in Science: the role of procedural and epistemic knowledge In DUSCHL, R.A.; BISMACK, A.S., **Reconceptualizing STEM Education: the central role of practices**, Routledge, 2016.
- PIAGET, J.; GARCIA, R. **Las Explicaciones Causales**, Barcelona, Barral Ed., 1973.
- SÁ, E. F.; LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JUNIOR, O. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 79-102, 2011.
- SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008, 265p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.
- SCARPA, D. L. **Cultura escolar e cultura científica: aproximações, distanciamentos e hibridações por meio da análise de argumentos no ensino de biologia e na Biologia**. 2009, 236p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- SIMON, S.; ERDURAN, S.; OSBORNE, J. Learning to teach argumentation: research and development in the science classroom. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 3, p. 235-260, 2006.
- SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L.H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. In: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2015. Uberlândia/MG. **Caderno de resumos...**

SOUZA, E. L. **E o elétron? É onda ou é partícula? Uma proposta para promover a ocorrência da alfabetização científica de física moderna e contemporânea em alunos do ensino médio.** 2013. Dissertação (mestrado) – Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

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

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e Linguagem.** SP: Martins Fontes, 4ª ed., 2004.

Submetido em 30/03/2016

Aprovado em 07/08/2017

Contato:

Arthur Tadeu Ferraz

Faculdade de Educação (FE-USP)

Av. da Universidade, 308 - Bloco B - Sala 3A

CEP 05.508-040 São Paulo, SP - Brasil