



## PROPÓSITOS EPISTÊMICOS PARA A PROMOÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO EM AULAS INVESTIGATIVAS

*Epistemic Purposes to Prompt Argumentation in inquiry-based classes*

**Arthur Tadeu Ferraz** [arthur.ferraz@usp.br]

*Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências  
Instituto de Física e Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo  
Avenida da Universidade, 308, São Paulo, SP*

**Lúcia Helena Sasseron** [sasseron@usp.br]

*Faculdade de Educação  
Universidade de São Paulo  
Avenida da Universidade, 308, São Paulo, SP*

### Resumo

Tendo em vista o interesse crescente de pesquisas sobre argumentação, buscamos com esse trabalho traçar um panorama das ações tomadas por um professor que possibilitaram instaurar e mediar a produção de argumentos pelos estudantes em sala de aula. Para isso, utilizamos como *corpus* de pesquisa uma aula de Física que discutia o tema dualidade onda-partícula da luz, por meio de uma sequência de ensino planejada considerando as diretrizes do Ensino por Investigação. Elaboramos um conjunto de categorias denominadas Propósitos Epistêmicos para a Promoção da Argumentação que, como o próprio nome sugere, explicitam os propósitos do professor bem como algumas de suas respectivas ações para a promoção da argumentação dos estudantes durante atividades investigativas desempenhadas em sala de aula. Como resultado da proposição teórica e análise empírica de nossos dados, foi revelado que a produção de argumentos pelos estudantes tem uma grande dependência da forma como a problematização de um objeto a ser compreendido é feita pelo professor. A construção de entendimentos pelos alunos requer que o professor desempenhe ações que resultem em contribuições de diferentes naturezas para construção e ampliação de argumentos pelos estudantes.

**Palavras-Chave:** Argumentação; Ensino por Investigação; Práticas Epistêmicas.

### Abstract

Considering the growth in interest on argumentation in research on science education, in this paper our goal is to propose an overview of actions taken by a teacher that made possible to establish and mediate production of arguments by the students in classroom. For this purpose, we analyze a physics lesson where discussions were about light duality, through a planned inquiry-based sequence teaching. We developed a set of codes called Epistemic Purposes for Promotion of Argumentation that allow understanding teacher's purposes as well his actions to promote argumentation among students during inquiry-based lessons. According to theoretical proposition and empirical analysis, it was revealed that the construction of arguments by students has a high dependence on how ideas are problematized by teacher. The construction of understanding by students requires teacher actions that result in contributions of different kinds.

**Keywords:** Argumentation; Inquiry-based teaching; Epistemic Practices.

## INTRODUÇÃO

Estudos e pesquisas sobre argumentação no ensino de ciências vêm crescendo expressivamente e essa preocupação premente ocasionou importantes contribuições para a área de pesquisa e atualmente é possível encontrar trabalhos que ajudam a entender aspectos essenciais relacionados ao tema, como, por exemplo, formas de instaurar situações argumentativas em sala de aula (Leitão, 2011), como mediar a construção de argumentos pelos alunos (Simon *et al.*, 2006) e, até mesmo, o que vem a ser a argumentação e quais são os produtos gerados em aulas que favorecem o seu surgimento (Berland & Reiser, 2009; Osborne & Patterson, 2011).

Devido à natureza social da atividade científica, a argumentação emerge como uma prática epistêmica central em seu desenvolvimento, pois envolve ações, como a elaboração de explicações sobre distintos fenômenos e, além disso, por meio da justificação de alegações e da concatenação de evidências teóricas e/ou empíricas novas ideias são colocadas em debate para validação e aceitação pela comunidade (Kelly, 2008; Knorr-Cetina, 1999; Longino, 1990). Em oposição a esse ponto de vista, ainda é predominante a visão empirista de que o conhecimento científico é construído essencialmente por meio de interações consecutivas com a natureza, observações neutras e realização de experimentos que seguem um suposto método algorítmico (Gil-Pérez *et al.*, 2001; Nascimento & Vieira, 2008). Dessa forma, configura-se um quadro que permite inferir que ao favorecer a argumentação em sala de aula há a tendência em contribuir para que os estudantes construam uma visão não deformada da ciência e do trabalho científico, uma vez que estes são aproximados de práticas próprias da epistemologia e da natureza das ciências.

Abordagens de ensino que se ancoram nos pressupostos do ensino por investigação também têm sido frequentemente consideradas como uma maneira de aproximar os estudantes do fazer científico (Carvalho, 2011; Capecchi, 2004) e facilitá-los a construir entendimentos sobre diferentes conteúdos das ciências. Na realização de atividades investigativas é propiciado aos alunos oportunidades para desenvolverem habilidades típicas da ciência, pois há criação de um ambiente privilegiado para elaboração e teste de hipóteses, aplicação e avaliação de teorias científicas, bem como a análise de dados e a construção de explicações à luz de evidências (Zômpero & Laburú, 2011).

Vislumbramos que transpor aspectos da investigação científica para a sala de aula não é só uma maneira de aproximar os estudantes do “fazer ciência”, mas também uma forma de possibilitar que eles construam entendimento sobre como o conhecimento científico foi elaborado, evidenciando, aspectos de cunho histórico, político e social da ciência. Assim, considerando as semelhanças da investigação científica com as bases do ensino por investigação, é esperado que práticas epistêmicas da ciência, tais como a construção de explicações e a argumentação, sejam recorrentes nesse contexto (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2000; Kelly, 2005; Duschl & Grandy, 2008) além da possibilidade criada para o desenvolvimento e exercício do raciocínio científico (Osborne, 2016).

Seja qual for o tipo de atividade de investigação planejada e implementada em aulas de ciências, é válido ressaltar que sempre haverá a dependência das interações entre os membros que constituem a sala de aula. Nessas interações os estudantes são incentivados a compartilhar pontos de vistas sobre determinados objetos e/ou fenômenos e, assim como na própria ciência, construir, à luz de evidências, seus entendimentos acerca do que se está investigando. Configurasse assim um *espaço interativo de argumentação colaborativa* (Ferra z & Sasseron, no prelo), em que as discussões levam ao estabelecimento de pontos de vista que são avaliados à luz de evidências e de conhecimentos já construídos.

Considerando que uma aula de ciência baseada nos pressupostos do ensino por investigação é ambiente propício para o surgimento de situações argumentativas entre estudantes e professor (Carvalho, 2013; Zômpero & Laburú, 2011), que a aproximação dos estudantes de práticas epistêmicas da ciência facilita que eles construam entendimentos da ciência e sobre ciência (Monk & Osborne, 1997; Sandoval, 2003) e, finalmente, que o professor exerce um papel fundamental para que se atinjam esses objetivos promovendo diferentes tipos de interações (De Chiaro & Leitão, 2005; Ferraz & Sasseron, no prelo), emerge como foco deste trabalho a busca por compreender quais ações do professor promovem a argumentação dos estudantes em aulas investigativas. Colocamos, portanto, como nosso objetivo buscar responder à seguinte questão: Quais ações tomadas pelo professor promovem o surgimento e desenvolvimento da argumentação pelos estudantes no contexto do ensino por investigação?

Nossa hipótese é que durante o processo de investigação em sala de aula de um fenômeno científico, determinadas ações podem ser tomadas pelo professor e tendem a contribuir para que seus alunos participem de um processo de argumentação para a construção de explicações e entendimento sobre os conteúdos explorados nesta situação de ensino.

## ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Mesmo nos restringindo ao contexto das pesquisas em educação e ensino de ciências, o conceito argumentação ainda possui divergências no que tange a suas características e definições. Para não desviar a atenção dos objetivos deste trabalho e delinear as condições em que este foi desenvolvido, construída com base na concatenação de referenciais teóricos que versaram sobre o tema, entendemos que argumentação é um ato discursivo plural que se caracteriza como um processo pelo qual um indivíduo, ou grupo de pessoas, buscam tornar claro um determinado fenômeno, situação ou objeto, por meio da emissão de alegações que, invariavelmente, são suportadas por justificativas e outros elementos que lhe conferem validade perante uma determinada audiência.

Incluir a argumentação como uma prática no ensino de ciências está completamente difundido na comunidade de pesquisadores em educação em ciências. Essa inferência pode ser feita à luz de vários trabalhos que estruturam metodologias e planejamentos de sequências de ensino com objetivo de ensinar explicitamente argumentação aos estudantes (por exemplo, Erduran *et al.*, 2004; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2008; McNeill, 2011).

Jiménez-Aleixandre e Erduran (2008), com base na síntese de resultados oriundos de diferentes pesquisas que versam sobre argumentação em situações de ensino, organizam benefícios em relação ao aprendizado dos alunos que podem ser obtidos com a introdução dessa prática nas aulas de ciências. As autoras destacam *potenciais contribuições da argumentação* evidenciando que promover a argumentação no ensino de ciências, entre outras coisas, explicita os processos cognitivos dos estudantes e favorece o desenvolvimento de habilidades comunicativas e do pensamento crítico. Na proposição dessas pesquisadoras, emerge, entre outras vantagens, o fato de que a argumentação colabora para o avanço da Alfabetização Científica dos estudantes, uma vez que estes são inseridos em um ambiente em que precisam “falar” e “escrever” ciência, o que ocasiona o desenvolvimento de raciocínios e critérios lógicos essenciais para se atingir os objetivos almejados. Nesse ponto, ressaltamos que a Alfabetização Científica é o principal objetivo do ensino de ciências e tê-la como meta é uma forma de possibilitar aos alunos a interagirem com a cultura científica, com uma forma diferente de ver mundo e seus acontecimentos, crítica e ativamente por meio da tomada de decisões ancoradas em conteúdos de diferentes naturezas do conhecimento científico (Sasseron, 2008).

McNeill (2011) e Duschl *et al.* (2007) defendem que a argumentação deve ser trabalhada no ensino de ciências desde os anos iniciais. Na perspectiva desses pesquisadores, quando os estudantes estão engajados em situações argumentativas eles são favorecidos a construir múltiplas explicações de maneira crítica e a fazer uso de evidências que apoiem suas alegações e que, conseqüentemente, facilitam a construção de entendimentos sobre diferentes conteúdos das ciências.

Essa preocupação em trabalhar a argumentação em sala de aula deixa evidente um caráter positivo que pesquisas da área de ensino de ciências depositam nessa prática, pois a argumentação tem um caráter dialógico, interativo e colaborativo incorporado a ela (Autores 1 e 2, no prelo). E, conforme destacado por Berland e Reiser (2009), se queremos que os alunos se engajem em práticas de construção do conhecimento por meio de práticas argumentativas, *“então temos que entender como as explicações são construídas e o contexto social que faz com que esta prática seja significativa”* (p.27, tradução nossa).

## O PAPEL DO PROFESSOR NA PROMOÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO

Os conteúdos sobre os quais se argumenta, ou seja, passíveis de argumentação, geralmente são questões que podem possuir mais que um tipo de solução, frequentemente sujeitas à discussão e alterações (De Chiaro & Leitão, 2005). É esperado que a argumentação seja uma prática presente em sala de aula durante situações investigativas, uma vez que, conforme um dos pressupostos do ensino por investigação, o processo de resolução de um problema possibilita a emergência de múltiplas soluções elaboradas pelos estudantes.

O ensino por investigação é uma abordagem didática com características que facilitam a ocorrência de interações discursivas entre os estudantes e, nesse sentido, as Sequências de Ensino Investigativas (SEI) podem facilitar o surgimento de interações e aumentar a possibilidade de o professor atuar como mediador e não como agente puramente transmissor de conhecimento (Carvalho, 2013; Sasseron & Carvalho, 2011; Trivelato e Tonidandel, 2015, Motokane, 2015).

No entanto, mesmo que haja estreitas relações entre o ensino por investigação e a promoção de interações discursivas, apenas trabalhar a investigação de um fenômeno com os estudantes pode não ser

suficiente para que a argumentação ocorra. Em um espaço em que se almeja a construção do conhecimento por processos argumentativos, o papel do professor é fundamental para gerar e gerenciar as interações discursivas entre os estudantes e para estabelecer um espaço interativo de argumentação colaborativa que, segundo entendemos, pode facilitar o aprendizado de seus alunos (Autores 1 e 2, no prelo; De Chiaro & Leitão, 2005; Berland & Hammer, 2012).

De acordo com De Chiaro e Leitão (2005), “a argumentação pressupõe a possibilidade de mudança nas perspectivas adotadas por quaisquer dos participantes a respeito do tema discutido” (p. 351). Essa afirmação evidencia um dos obstáculos recorrentes na mudança da prática docente: o fato de que os professores dificilmente se colocam na posição de um interlocutor a ser convencido durante interações argumentativas que visam à construção do conhecimento.

Osborne e Patterson (2011) afirmam que devido ao caráter pragmático da argumentação, no qual se parte de premissas para se estabelecer conclusões, esta tem um senso de direcionamento que não é espontâneo e exige atenção do professor para que seja instaurada. Dúvidas e momentos de impasse entre os estudantes na resolução de uma situação problema são comuns no intercurso de uma investigação. Há ocasiões em que os estudantes não conseguem explicitar seu raciocínio, fundamentar justificativas ou estabelecer relações entre variáveis que lhe estão disponíveis, pois não conseguem acessar premissas e conhecimentos anteriores de maneira adequada ou até mesmo desconhecem as bases necessárias para a resolução do problema que estão investigando.

Apenas adotar uma abordagem investigativa não é suficiente para garantir a participação dos estudantes no processo de argumentação, bem como a construção ativa de entendimento acerca dos temas e tópicos que estão sendo abordados (Zion & Mendelovici, 2012; Duschl & Grandy, 2008). As atividades investigativas e as Sequências de Ensino Investigativas, tais como propostas por Carvalho (2011; 2013), podem ser adequadas ao surgimento da argumentação, mas, por serem dependentes de múltiplos aspectos da cultura escolar e das interações entre os membros da sala de aula, é preciso dedicar esforços para compreender como o professor, responsável pelo surgimento e manutenção dessas interações, desempenha seu papel.

Em uma perspectiva similar à visão desses autores, Lidar *et al.* (2006) destacam que o desenvolvimento de uma aula, seja ela experimental ou não, é afetado quando o professor fornece intencionalmente pequenas informações relacionadas à prática investigativa e ao conteúdo científico explorado aos seus alunos. Essas informações podem ser de naturezas distintas, mas ajudam os estudantes a organizar suas ideias e a compreender melhor os instrumentos intelectuais com os quais estão trabalhando, seja em nível técnico, com relação ao manuseio dos conteúdos e aparatos que lhes estão disponíveis, ou em nível epistêmico, relacionado à construção de significados e estabelecimento de relações entre observações, dados, evidências e conclusões.

Diferentes autores apresentam e defendem ideias semelhantes às apresentadas, como, por exemplo, De Chiaro e Leitão (2005) que destacam que:

*“o processo de apropriação do conteúdo curricular depende significativamente da mediação do professor na medida em que suas ações discursivas conferem estatuto epistêmico ao discurso dos alunos. [...] É necessário que um processo social e comunicativo de apropriação de um conteúdo preexistente aconteça e para isso, o papel do professor [...] torna-se fundamental” (p. 357).*

Em situações de interações discursivas, o professor assume a posição de autoridade central na dinâmica de uma investigação realizada na sala de aula de ciências, pois é ele quem propõe os problemas e conduz as discussões dos alunos para a compreensão dos fenômenos ou conceitos em estudo. Berland e Hammer (2012) se referem a esses aspectos alegando que, no ambiente de sala de aula o professor possui autoridade social, pois ele decide os tópicos conceituais a serem explorados em sala de aula, e autoridade epistêmica, já que, por conhecer o conteúdo da disciplina que leciona, ele direciona o fluxo das interações, colocando em avaliação ideias e respostas dos seus alunos, permitindo a construção de entendimentos.

Dadas essas características, a postura ativa que deve ser assumida pelo professor evidencia que, no contexto das investigações e da argumentação, ele também se torna responsável por mediar o conhecimento aos seus alunos, promovendo o desenvolvimento de habilidades típicas da cultura científica, as quais os instrumentalizam para que tracem e percorram caminhos para construção de solução a problemas.

Em trabalho recente, Pimentel e McNeill (2013), com o intuito de compreender como engajar os estudantes na prática da fala científica, propõem que há determinados movimentos nas falas do professor que inibem ou viabilizam e promovem a postura ativa dos estudantes no processo interativo de aprendizado. Os movimentos detalhados pelas autoras são: Elaborar; Interromper; Provar; e Lançar de volta. Exceto pelo movimento interromper, compreendemos que os demais são fundamentais para que os estudantes se sintam acolhidos e estimulados a expressarem seus pontos de vista, compreensões e avaliarem diferentes enunciados proferidos sobre um determinado tema ou conceito científico. O pressuposto dessas autoras é que, sendo estimulada a interação entre estudantes, eles serão favorecidos a desenvolver postura mais crítica e ativa frente aos conteúdos que lhes são apresentados, permitindo que estructurem seus conhecimentos seguindo padrões semelhantes aos da própria ciência.

Apesar da argumentação dos estudantes não ser o foco da pesquisa de Pimentel e McNeill (2013), vemos que os movimentos epistêmicos do professor nos forneceram pistas importantes sobre suas ações e se relacionam diretamente aos objetivos deste artigo. Por exemplo, o processo de argumentação dos estudantes exige que eles sejam capazes de elaborar hipóteses, relacionando-as com dados de diferentes naturezas e estabelecendo garantias que corroborem suas alegações. Sendo assim, compreendemos que quando o professor solicita que os estudantes *provem* seu ponto de vista, ou seja, reformulem suas respostas de forma a dar mais clareza e sentido ao que estão alegando, ele está incitando os alunos a construir justificativas para conclusões. Do mesmo modo, para que os estudantes possam se posicionar, sentindo-se acolhidos a julgarem distintos enunciados, o professor necessita oferecer oportunidade para que isso ocorra. Nesse caso, *lançar de volta* um questionamento dos estudantes ajuda no favorecimento de interações e participação ativa no processo de construção de ideias.

Em uma pesquisa que teve a argumentação como protagonista, Simon *et al.* (2006) preocupados em caracterizar os argumentos produzidos por estudantes e quais ações do professor promoviam a argumentação, utilizaram de dados empíricos oriundos da implementação de uma atividade de cunho sociocientífico e elaboraram códigos e categorias para identificar o que eles denominaram “processos argumentativos”. Na ocasião em que coletavam seus dados de pesquisa, os professores com quem esses autores trabalharam receberam formação sobre os conteúdos científicos e teóricos que circundavam a atividade a qual lhes serviram de *corpus* de estudo. Os objetivos nesse trabalho eram mapear os argumentos proferidos pelos estudantes adotando o padrão de argumento de Toulmin (Toulmin, 2006) como referência, e, posteriormente, a depender da quantidade e da qualidade dos argumentos que haviam sido construídos, caracterizar como os professores engajavam seus alunos em práticas relacionadas à argumentação e quais as ações realizadas durante esse processo. A análise das falas e atuação dos professores permitiu aos pesquisadores a sistematização de um conjunto de categorias dotado de códigos específicos que estão inseridos em subcategorias mais amplas. A título de exemplo, dentro de um conjunto de categorias denominadas “falar e escutar” e “justificar com evidências” estão vinculados códigos que refletem os objetivos da argumentação como, respectivamente, encorajar a discussão e conferir ou fornecer evidências. As categorias são claras em suas definições principalmente devido aos códigos a elas relacionados. Além disso, estão organizadas de maneira hierárquica, de modo que, de acordo com a proposta destes pesquisadores, a prática argumentativa em uma atividade sociocientífica é inserida de forma gradativa e, em sua maioria, linearmente.

Pesquisas com foco no desenvolvimento da argumentação em aulas de ciências ocorrem nas mais diferentes temáticas. Estudos que exploram a construção de argumentos por meio de atividades com temática sociocientífica como, por exemplo, o realizado por Simon *et al.* (2006) tendem a focalizar no surgimento de conclusões, justificativas empíricas ou teóricas e de refutações sobre o tópico em discussão. Isso se sustenta pelo fato de que, em muitos casos, o mais importante é o modo como a argumentação é realizada e não a afirmação sobre um fenômeno ou a explicação do mesmo. Todavia, considerando que temos trabalhado em um ambiente de ensino por investigação, a busca pelas categorias propostas nas falas de um professor tende a ser incoerente com os nossos objetivos. Devemos lembrar que, em nosso contexto, os tópicos colocados em discussão possuem conclusões já estabelecidas e legitimadas enquanto componente de um corpo de conhecimento, diferentemente das questões sociocientíficas que são controversas e, na maioria das vezes, podem não possuir resposta única e/ou correta.

Nesta mesma perspectiva, Leitão (2011), preocupada principalmente em compreender como a argumentação favorece a reflexão e construção de conhecimento, destaca diversas relações entre ações argumentativas e desenvolvimento cognitivo e propõe categorias gerais que, se instauradas, permitem a construção de argumentação em sala de aula. A autora afirma que para ocorrer argumentação é necessário ter atenção à forma como os tópicos curriculares serão apresentados pelo professor aos seus alunos, pois nenhum tema é polêmico ou discutível por si só. Nesse sentido, gerar uma discussão em torno de um determinado tópico depende do modo como o discurso será realizado. Frente a essa premissa, a autora

lista distintas ações discursivas que podem favorecer o surgimento da argumentação em sala de aula. As ações apresentadas por Leitão (2011) são organizadas em três grupos distintos: o primeiro, denominado ações no *plano pragmático*, engloba ações que dão maiores condições para que haja o surgimento da argumentação, pois criam possibilidade de discordância sobre os tópicos abordados e abre precedentes ao debate de pontos de vista dos estudantes, característica essencial às interações argumentativas; o segundo grupo incorpora ações discursivas no dito *plano argumentativo* que sustentam e expandem a argumentação iniciada pelo professor no plano anterior, favorecendo à formulação de argumentos e contra-argumentos; por fim, no terceiro grupo, enquadram-se as ações no *plano epistêmico*. Estes legitimam o conhecimento construído durante o processo argumentativo, trazendo conteúdos, procedimentos e formas de raciocínio típicas do corpo de conhecimento em questão.

Seja com base nas ideias de ações discursivas, conforme propostas por Leitão (2011), ou nos códigos e categorias para identificação de processos argumentativos, conforme propostos por Simon *et al.* (2006), é possível inferir que em um ambiente em que se almeja o aprendizado por meio da argumentação o professor deve ter como objetivo central encorajar seus alunos a formular pontos de vistas, bem como a escutar e considerar opiniões distintas, o que está em consonância com as conclusões de Pimentel e McNeill (2013) acerca dos dois movimentos epistêmicos que discutimos anteriormente.

### **PROPÓSITOS EPISTÊMICOS PARA PROMOÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO**

Resgatando a questão de pesquisa – *Quais ações tomadas pelo professor promovem o surgimento e desenvolvimento da argumentação pelos estudantes no contexto do ensino por investigação?* –, à luz das conclusões e premissas dos referenciais apresentados na seção anterior, emerge nosso objetivo em buscar construir um instrumento metodológico para melhor entendimento e análise de como o professor pode ser capaz de instaurar e promover a argumentação em sala de aula.

Para tanto, cercamo-nos do pressuposto anteriormente trabalhado de que o professor, ao longo de uma atividade de investigação, oferece condições para que argumentação surja e se desenvolva em sala de aula, ao permitir e promover situações em que ocorram interações discursivas. Para isso, compreendemos a necessidade de o professor ter atenção não só ao trabalho com informações relacionadas ao objeto de investigação sobre o qual se almeja a construção de entendimento, mas também às práticas pedagógicas relacionadas à gestão da turma, estimulando a participação dos alunos e interações entre os mesmos.

Durante uma investigação o professor toma diferentes ações e perpassa por diferentes caminhos para garantir que os estudantes construam entendimento acerca do fenômeno ou conceito científico em discussão. Esses caminhos são guiados por propósitos distintos que instauram e conduzem a argumentação. A cada um desses propósitos, que não necessariamente ocorrem de forma isolada ou individualizada, estão associadas ações típicas tomadas pelo professor e que favorecem a participação dos estudantes no processo argumentativo.

Nossa proposta é que estas ações estão ligadas tanto a aspectos didático-pedagógicos como à epistemologia da ciência e à explicitação dos pontos de vista dos estudantes ligados aos conteúdos científicos em foco durante a aula. Além disso, tais ações dificilmente ocorrem em aulas em que não há oportunidades para discussão tanto entre professor-aluno como entre aluno-aluno, pois o processo de investigação e a concatenação das ideias que podem surgir ocorrem essencialmente por meio dessas interações.

Organizamos as ações em cinco grupos distintos denominados de Propósitos Epistêmicos para Promoção da Argumentação. A escolha do nome das categorias que estamos propondo se deve ao fato de estarem ligadas tanto à argumentação como à epistemologia do trabalho científico. O quadro 1 detalha os propósitos que julgamos ser recorrentes em aulas investigativas e algumas das respectivas ações associadas a eles.

**Quadro 1** – Propósitos Epistêmicos para promoção da Argumentação.

Propósito epistêmico	Descrição	Ações típicas
<b>Retomar</b>	Levantamento de dados, informações e situações que já foram trabalhados em outros momentos.	Retoma informações Retoma dados Retoma conceitos
<b>Problematizar</b>	Proposições que tornam o objeto em estudo passível de se investigado pelos alunos.	Propõe um problema Problematiza uma situação
<b>Explorar</b>	Busca a construção de melhor entendimento sobre diferentes hipóteses e explicações emitidas pelos alunos.	Explora ponto de vista Explora condições de investigação
<b>Qualificar</b>	Ocorre quando o professor classifica e/ou avalia informações trazidas a discussão pelos alunos, tais como dados, variáveis, explicações, etc.	Qualifica variáveis ou fenômenos Qualifica explicações Qualifica pontos de vista Qualifica contexto de investigação
<b>Sintetizar</b>	Organização de informações e explicações trazidas pelos alunos com o intuito de sistematizar ideias e continuar ou encerrar o curso da investigação.	Sintetiza informações Sintetiza explicações

- **Retomar:** Esse propósito epistêmico surge da necessidade de o professor trazer para a discussão com os alunos diferentes informações já conhecidas e necessárias para a compreensão e construção de explicações sobre a situação, o fenômeno ou objeto que está sendo investigado. Trata-se de um levantamento de situações, dados e conceitos que já foram trabalhados em outros momentos, sejam em outras aulas ou anos escolares. É por meio da retomada que o professor garante a tomada de consciência pelos alunos das informações necessárias à construção de entendimento sobre o objeto de investigação, pois tendem a se tornar dados, apoios ou garantias que subsidiarão seus argumentos. Entre as ações típicas relacionadas a esse propósito estão a retomada de informações, retomada de dados e retomada de conceitos científicos, sendo que elas podem ocorrer de maneiras distintas, como, por exemplo, explicitamente exposta pelo professor (ex., *“Professor: A gente viu na aula passada que duas ondas podem sofrer interferência construtiva e destrutiva.”*) ou por meio de questionamentos direcionados aos alunos (ex., *“Professor: Lucas, o que aconteceu quando a gente aumentou a frequência das ondas no experimento?”*).

- **Problematizar:** Se não for problematizado adequadamente, o fenômeno não pode ser considerado como algo passível de investigação. Nesse sentido, o propósito problematizar surge em decorrência do objetivo do professor em dar a forma de problema a uma determinada situação. Consiste em proposições que tornam o objeto de estudo passível de investigação pelos alunos. É por meio da problematização que o professor explicita situações sobre as quais eles não possuem pleno entendimento, possibilitando assim que eles ampliem seus conhecimentos, construindo novos entendimentos que necessitam da compreensão de, por exemplo, novos conceitos e explicações. Conforme descrito por Carvalho (2011a; 2013), uma investigação só é possível se há um problema a ser investigado. O professor pode usar de diferentes ações para atingir o propósito da problematização. É possível que ele proponha um problema explicitamente aos alunos (ex., *“Professor: Como a gente pode explicar a existência de gêmeos?”*), mas a depender da complexidade da situação, essa proposição deve ser feita gradativamente ao longo da aula conforme os alunos vão estruturando bases mais sólidas para a compreensão da situação. Assim, outra ação típica da problematização ocorre quando, em meio à discussão, uma dúvida ou situação é colocada pelo professor na forma de problema aos alunos (ex., *“Aluna: O espermatozoide atinge o óvulo, aí começa a formar o bebê; Professor: O que acontece quando dois espermatozoides fecundam o mesmo óvulo?”*), ou seja, ele usa de um caso específico para gerar um ponto de investigação aumentando a complexidade do problema central da aula.

- **Explorar:** Há dois vieses distintos nesse propósito: um relacionado às asserções proferidas pelos alunos ao longo da investigação sobre a situação que está sendo investigada e outro relacionado ao próprio objeto de estudo. Nesse sentido, esse propósito almeja que ocorra um melhor entendimento pelos alunos das diferentes hipóteses e explicações que foram emitidas no processo investigativo, bem como de diferentes variáveis e alterações ocasionadas devido à modificação das mesmas. No que diz respeito ao primeiro caso, a ação mais comum realizada pelo professor é a exploração de ponto de vista e ideias dos alunos (ex., *“Professor: O que você quer dizer com ‘no inverno é mais escuro?’; Aluno: Que o dia é menor*

que a noite.”). Essa ação anseia que aluno desenvolva suas asserções, explicitando raciocínios e conclusões, e, além disso, pode garantir que os demais alunos que estão participando da discussão também compreendam com maior clareza o que está sendo exposto. Com relação ao trabalho com variáveis, a ação mais comum é quando professor testa hipóteses e explicações (ex., “*Aluno: Tem passarinhos que mudam de lugar quando é inverno pra poder sobreviver...; Professor: E se ele não migrasse, eles poderiam sobreviver?*”), dessa maneira se explora casos particulares que possibilita um entendimento mais aprofundado da situação investigada.

- **Qualificar:** Muitas podem ser as hipóteses e explicações dadas pelos alunos ao longo de uma investigação. É necessário, então, que o professor as caracterize para que sejam incorporadas ao processo investigado ou descartadas por serem incoerentes ou estarem fora dos limites da investigação. Portanto, esse propósito ocorre quando o professor classifica informações trazidas à discussão, tais como dados, variáveis, objetos e fenômenos, por vezes juntamente com breves avaliações. Dessa forma, é possível também delimitar o contexto da investigação, diminuindo o número de elementos que devem ser levados em conta durante o processo de construção de explicações e entendimento pelos alunos. A qualificação de um objeto é, geralmente, feita com base na contribuição de algum aluno ao processo de investigação, dessa forma é possível aumentar a fluidez da discussão e a utilização de termos científicos adequados (ex., “*Aluno: Há duas pilhas, então agora teremos o dobro de energia passando no fio; Professor: Isso! Como temos duas fontes de tensão, a intensidade final da corrente elétrica será duplicada*”). Outra ação típica está relacionada à delimitação do contexto de investigação e auxilia o professor a definir situações de contorno para os casos em discussão (ex., “*Aluno: Só as lâmpadas têm resistência? E os fios?; Professor: O fio também oferece resistência, mas vamos considerar que estamos trabalhando com fios ideais... que não tem resistência, para não complicar muito a situação, tá?*”).

- **Sintetizar:** É comum que as respostas dadas pelos alunos sejam expostas de forma confusa e, algumas vezes, inteligíveis apenas ao professor que domina o conteúdo e tem noção das possíveis respostas que podem surgir. Isso não significa que são contribuições erradas ou ingênuas, pois podem ser importantes para a construção de entendimento da investigação em curso. Outro caso recorrente é quando uma ideia é proferida de forma fragmentada, por diferentes alunos. Assim, faz-se necessária a organização dessas informações pelo professor. Portanto, o propósito epistêmico sintetizar consiste na organização de informações e explicações importantes que foram trazidas à discussão. As ações típicas tomadas pelo professor são a sintetização de informações, quando se trata de elementos mais descritivos (ex., “*Aluno: O pote que ficou aberto estragou. O que ficou fechado deixou a bolacha novinha; Professor: Quando deixamos o pedaço de bolacha no pote fechado, tinha pouco ar para os microrganismos se multiplicarem, então a bolacha não estragou como aconteceu com a do outro pote.*”) e a sintetização de explicações, que organiza uma explicação dada por um aluno e a torna elemento da discussão (ex., “*Aluno: A comida demora mais pra estragar na geladeira porque os micróbios demoram mais pra se reproduzirem...; Professor: Em baixas temperaturas a multiplicação de microrganismos é bastante lenta então os alimentos se conservam por mais tempo na geladeira.*”). Um aspecto importante relacionado ao propósito sintetizar é que ele está bastante relacionado ao propósito qualificar, pois, uma vez que o professor organiza as contribuições dos alunos, ele acaba atribuindo uma avaliação a ela.

## INVESTIGANDO A ARGUMENTAÇÃO: UM CASO EMPÍRICO

### Os dados

Para buscarmos traçar um panorama do processo argumentativo em sala de aula, analisamos qualitativamente à luz dos *propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação*, duas aulas implementadas a uma turma do 3º ano do Ensino Médio, constituída por trinta alunos com idades de quinze a dezessete anos. Essas aulas são as duas últimas de um conjunto que integra uma Sequência de Ensino Investigativa (Carvalho, 2013) sobre dualidade onda-partícula da luz composta por 12 aulas, originalmente elaborada por Brockington (2005) e adaptada por Barrelo Jr (2010) para se adequar aos pressupostos teóricos do ensino por investigação.

Na ocasião da coleta dos dados, o professor que aplicou a sequência tinha 23 anos de experiência em docência e participava de um grupo de pesquisa que tinha, entre outros, o interesse de pesquisa em processos de aprendizagem por meio de abordagens didáticas investigativas

Todas as aulas da SEI foram gravadas na forma de áudio e vídeo para, posteriormente, serem transcritos. As falas do professor e alunos foram organizadas em turnos com o intuito de facilitar a análise e leitura dos dados. Os turnos de fala estão numerados em ordem cronológica e os nomes dos participantes da pesquisa foram modificados de forma que suas identidades se mantivessem preservadas.

Este material foi analisado anteriormente com outros focos de pesquisa (Barrelo Jr, 2010; Machado, 2012). Na pesquisa de Barrelo Jr (2010), a leitura e análise dos dados buscou avaliar a hipótese de que uma sequência de ensino investigativa sobre tópicos de física moderna é capaz de facilitar que alunos de ensino médio avancem rumo a Alfabetização Científica, já que são estimulados a agirem criticamente sobre fenômenos e objetos por meio de, entre outras práticas da ciência, análise de dados, construção de explicações e argumentação. De maneira complementar, Machado (2012) teve como foco de pesquisa as perguntas proferidas pelo professor no contexto do ensino por investigação. Como resultado de sua pesquisa, Machado (2012) elaborou um conjunto de categorias que classificam os tipos de perguntas que um professor faz aos alunos durante uma atividade investigação e que culminam na construção de argumentos sobre o objeto em análise. Portanto, com os resultados encontrados anteriormente sobre os dados a serem investigados nos fornecem a garantia de que, contávamos com a existência de grande quantidade de interações argumentativas entre professor e alunos, bem como, a ocorrência de argumentos construídos pelos estudantes ao longo do intercurso investigativo em sala de aula. Garantindo, desse modo, maior confiabilidade às interpretações e conclusões a serem construídas.

Após a categorização dos dados, estes foram discutidos e reanalisados conjuntamente com o grupo de pesquisa do qual fazemos parte para garantir fidedignidade e validade da análise.

Devido às restrições de espaço, colocaremos apenas pequenos trechos de fala do professor e dos alunos para ilustrar nossas categorias e análise sobre o processo argumentativo juntamente com uma síntese do que foi encontrado por meio da leitura de dois episódios referente aos momentos iniciais da aula até o surgimento do primeiro argumento construído pelos alunos. Os turnos de fala serão transcritos integralmente e serão numerados de acordo com a ordem cronológica de ocorrência. Finalmente, os sujeitos serão nomeados com pseudônimos.

### **Outros instrumentos metodológicos utilizados**

Ainda que o objetivo central desse trabalho seja buscar construir um instrumento metodológico para melhor entendimento e análise das ações desempenhadas por um professor que podem desencadear o surgimento e desenvolvimento da argumentação de seus alunos, fez-se essencial que buscássemos ferramentas metodológicas que nos permitissem detalhar as contribuições dos estudantes no intercurso da investigação. Para isso, utilizamos o *padrão de argumento de Toulmin (TAP – Toulmin's Argument Pattern)* (Toulmin, 2006) e os *indicadores de alfabetização científica* (Sasseron, 2008).

O padrão de argumento de Toulmin, por apresentar um layout estrutural do que vem a ser um argumento, apresenta grandes facilidades metodológicas no que tange à análise e à classificação das contribuições dos alunos no processo argumentativo que pode ser favorecido em uma investigação. Além disso, é uma ferramenta bastante utilizada no âmbito das pesquisas em educação em ciências (por exemplo, Nascimento & Vieira, 2008; Erduran, 2008).

Os *indicadores de alfabetização científica*, conforme propostos por Sasseron (2008), é um conjunto de categorias que desvelam destrezas típicas do trabalho e da natureza do conhecimento científico que são utilizadas pelos estudantes durante o intercurso de uma investigação realizada em sala de aula.

Os dez indicadores existentes podem ser organizados em subconjuntos que se relacionam com o (1) **trabalho com dados empíricos** (seriação de informação; organização de informação; classificação de informação), com a (2) **obtenção de dados e delimitação de variáveis** (levantamento de hipótese; teste de hipótese), com o (3) **entrecruzamento de variáveis e informações e construção de conclusões** (justificativa; previsão; explicação) e, por fim, com a (4) **apropriação das ideias em caráter científico e relações entre dados e conclusões** (raciocínio lógico; raciocínio proporcional).

### **A argumentação em uma aula investigativa**

Durante as aulas iniciais da SEI, foram realizados diversos tipos de atividades, investigações e explicações pelo professor e pelos alunos. O professor usou de revisões e sistematizações constantemente para que os alunos estivessem aptos a versarem sobre o que estavam estudando. A luz foi tratada continuamente de maneira microscópica para que fosse possível interpretar e definir suas propriedades e características de acordo com os resultados obtidos por meio de um experimento específico. Esse último, o Interferômetro de Mach-Zehnder (IMZ), foi utilizado na aula precedente às aulas que originaram nossos dados de análise.

Conforme o planejamento da SEI, o objetivo da aula analisada era discutir quatro das principais interpretações dadas pela mecânica quântica para o comportamento dual da luz, conforme descrito por Pessoa Jr. (2003). A investigação foi planejada para ocorrer por meio de situações particulares que geraram diferentes resultados experimentais durante o manuseio do IMZ.

É válido destacar que todas as interpretações a serem discutidas no intercurso da investigação possuem algum tipo de incoerência, sendo assim, atribui-se aos dados e às informações coletados nas aulas precedentes a que analisaremos um papel essencial para favorecer o entendimento sobre aspectos vinculados a natureza do conhecimento científico e compreensão pelos estudantes sobre o objeto investigado.

A análise apresentada a seguir foi feita sobre dois de seis episódios que foram organizados originalmente em outra pesquisa publicada na forma de dissertação (Ferraz, 2015). Os dois episódios em análise são compostos por 32 e 36 turnos de fala, respectivamente.

#### *Episódio 1 – Estruturando dados*

A aula tem início com o professor desempenhando papel de organização e gerenciamento da turma. Os alunos estão dispostos em círculo quando a investigação é iniciada por meio da apresentação diretrizes e expectativas da aula. O professor **retoma** características e resultados obtidos no uso do IMZ e que foram previamente trabalhados por meio de questões direcionadas aos alunos conforme ilustrada nos trechos abaixo.

*T04 - Professor: Alguém enxergou uma figura parecida com essa do real?*

*T05 - Priscila: Não.*

*T06 - Professor: Ninguém?*

*T07 - Alunos: Não.*

*T08 - Professor: Nem naquela outra experiência que a gente usou só um laser e um tecido como rede de difração?*

*T09 - Aline: Sim. Eu.*

*T10 - Professor: Que a gente projetou lá na parede ou no quadro?*

*T11 - André: Era assim, desse jeito. [mostra a mão indicando forma de círculos de diferentes tamanhos com os dedos indicador e polegar direito].*

*T12 - Professor: Era assim que tava? Ah, tirei. Não, é que eu ia apresentar pra vocês tinha uma outra imagem. Fala, André.*

*T13 - André: Era tipo... Um monte. Um monte não. Não sei...*

*T14 - Professor: Uma do lado da outra, não é isso?*

*T15 - André: É.*

Nestes primeiros turnos da aula, as ações do professor são com intuito de retomar dados e informações pertinentes a investigação em desenvolvimento. As contribuições dos alunos, como, por exemplo, a de André, possibilitou iniciar a construção de um contexto de investigação e delimitação de situações de contorno para construção de argumentos pelos alunos que explicassem o objeto investigado e culminassem na formalização de conteúdos que estavam sendo abordados na aula.

Conforme descrito no mapa do episódio (Quadro 2), neste primeiro episódio, que compreende dos turnos de fala 1 ao 32, todos os propósitos epistêmicos estiveram presentes nas falas do professor. Os propósitos epistêmicos **retomar** e **qualificar** foram os mais frequentes com sete e cinco ocorrências, respectivamente.

O processo de retomada foi fundamental para que fosse possível resgatar dados, informações e conceitos trabalhados anteriormente e que são essenciais à investigação iniciada. A classificação dos primeiros turnos do episódio (turno 1 ao 10) evidencia o cuidado que o professor teve com a retomada.

Prosseguindo com a investigação, o professor continua o processo de retomada (turno 16 em diante), mas adiciona em sua fala dados e informações que foram emitidas pelos alunos. Nesse ponto, é possível destacar que juntamente com o propósito epistêmico **retomar**, as ações do professor puderam ser classificadas com os propósitos epistêmicos **problematizar** e **sistematizar**, concomitantemente. Tais ações desencadearam participações mais amplas dos alunos que iniciaram um processo de levantamento de hipóteses (turnos 19, 21 e 25).

A partir das hipóteses que foram levantadas pelos alunos, é possível, também, verificar que o intercurso da investigação é continuado com o professor desempenhando ações vinculadas aos propósitos **explorar** e **qualificar**. A leitura dos turnos evidencia que o intuito desses propósitos foi de explicitar e validar entendimentos trazidos pelos alunos sobre os dados e elementos em investigação que serviriam de suporte às conclusões que se almejava construir acerca da natureza da luz. A sistematização feita pelo professor no turno 32, juntamente com uma retomada e qualificação, indica, portanto, o objetivo integral do professor em retomar dados que foram trabalhados com os alunos em aulas anteriores.

Estruturando as ações desse episódio, tem-se que a retomada ocorreu essencialmente por meio da descrição de características do IMZ feita pelo professor enquanto formulava perguntas aos alunos que, ao emitirem suas respostas, explicitavam informações importantes para o processo investigativo. Tendo conhecimento das respostas dos alunos, o professor qualificava essas contribuições de forma a construir os aportes necessários para o desenvolvimento e encaminhamento da investigação.

Os *indicadores de alfabetização científica* mais recorrentes nesse episódio foram os que estão relacionados com o trabalho com dados empíricos (*seriação, organização e classificação de informação*), que totalizaram três ocorrências, e com a obtenção dos dados e delimitação de variáveis (*levantamento de hipótese*), com quatro ocorrências, o que corrobora com a ideia de que o professor almejava retomar dados e informações para engajamento dos alunos no processo argumentativo e investigativo.

Quadro 2 - Mapa do episódio 1: classificação dos turnos de fala de alunos e professor segundo as categorias metodológicas selecionadas.

		Turnos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	Total	
		Sujeito		A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	A	P	A	P	A	P	A	P	A	A	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	Total		
Propósitos Epistêmicos	Retomar		x		x		x		x		x								x																x	7	
	Problematizar																		x																	1	
	Explorar																				x						x		x							3	
	Qualificar																x												x		x		x		x	5	
	Sintetizar																		x								x								x	3	
Indicadores de alfabetização científica	Seriação de informação													x																						1	
	Organização de informação															x																				1	
	Classificação de informação																			x																1	
	Levantamento de hipótese																						x		x				x						x	4	
	Teste de hipótese																																			0	
	Justificativa																																	x		1	
	Previsão																																			0	
	Explicação																																				0
	Raciocínio lógico																																				0
	Raciocínio proporcional																																				0

*Episódio 2 – Construindo argumento*

Uma vez retomada as características do IMZ e alguns de seus resultados, o professor passa a realizar ações típicas vinculadas à exploração de outras situações experimentais ainda não investigadas pelos alunos.

No começo desse episódio, surgiram as primeiras explicações proferidas pelos alunos (turnos 35 e 37). Essas explicações possibilitaram ao professor modificar alguns parâmetros do experimento em investigação de forma a alterar os resultados e ampliar a discussão por meio do resgate de novos dados e informações. Esse aprofundamento foi feito por meio de ações típicas do propósito epistêmico **explorar** e possibilitou que fossem colocados em evidência novos elementos que poderiam servir de arcabouços para a justificação de explicações.

*T56 -Beatriz: Na primeira, são circunferências concêntricas e na segunda são conjuntos de pontinhos...*

*T57 - Professor: E? Por quê?*

*T58 -Beatriz: Porque...*

*T59 - Professor: Qual a relação? Por que forma essa figura aqui e não aqui? [Aponta para as imagens em investigação].*

*T60 -Beatriz: Porque na primeira tem interferência.*

*T61 - Lucas: Professor.*

*T62 - Alunos: [inaudível]*

*T63 - Professor: Fala, Lucas.*

*T64 - Lucas: Então, nos primeiros círculos as duas se encontram, os dois raios estão juntos.*

*T65 - Professor: Pessoal.*

*T66 - Lucas: Enquanto que na outra figura, como tem um detector ele, ele impede a passagem de um dos caminhos de chegar no anteparo, então só tem um caminho que o fóton pode passar. Por isso, ele não forma a figura.*

*T67 – Professor: Tá. Então, nesse caso [aponta uma das figuras], não tem interferência, não é isso? Bom, agora o seguinte, o que a gente veio conversando ao longo do ano inteirinho é que a física pode explicar as coisas de duas maneiras, ou como onda ou como partícula.*

Notemos que nos turnos 55, 57 e 59, as ações tomadas pelo professor são classificadas apenas segundo o propósito epistêmico **explorar**. Essas ações são respostas às contribuições dos alunos que foram categorizadas segundo os indicadores de alfabetização científica vinculados à obtenção de dados e delimitação de variáveis (turnos 48, 50, 52 e 56) que, posteriormente, culminaram em contribuições que permitiram verificar que os alunos correlacionaram variáveis e informações no processo de construção de conclusões (turnos 60 e 66). Juntamente com as explicações e justificativas proferidas pelos alunos nesses turnos, há a presença do indicador raciocínio lógico que está diretamente relacionado a apropriação das ideias em caráter científico e relação entre dados e conclusões. Tem-se, em outros termos, a construção de um argumento científico acerca do que estava sendo investigado colaborativamente.

As contribuições dos alunos exibida nos turnos acima podem ser parafraseadas e alocadas em um *layout* conforme o padrão de argumento de Toulmin (Figura 1). Portanto corrobora com a nossa interpretação de que houve a construção de argumento naquele momento.



**Figura 1** – Sistematização das asserções dos alunos que culminaram, segundo o modelo de Toulmin, na construção de um argumento proferido por aluno Lucas nos turnos 60 e 66.

Objetivamente, esse episódio permitiu verificar que a forma como o professor interagiu com seus alunos, possibilitou que estes emitissem contribuições de distintas naturezas e que puderam ser categorizadas com diferentes indicadores de alfabetização científica. À luz da análise feita com o apoio dos indicadores, vimos que a partir do turno de fala 59, os indicadores *explicação* e *justificativa* foram os mais recorrentes e que a presença do indicador *raciocínio lógico* nos permite inferir que a ocorrência concomitante dessas categorias indica a presença de argumentos nas falas dos alunos. Foi, já neste episódio, nos turnos 64 e 65, que as falas de um aluno puderam ser enquadradas na forma de um argumento conforme o modelo de Toulmin, pois era dotada de dado, garantia e conclusão.

Notemos, também, que apesar de as ações do professor indicar que seu objetivo era a retomada de informações, grande parte desse processo já havia sido feito no início da aula, descrita no episódio anterior. Assim nesse segundo momento temos que o elemento dado (segundo o padrão Toulmin) já era de conhecimento de todos os alunos e a discussão que se desenvolveu foi toda ancorada nessa informação, o que possibilitou evidenciar as garantias e os apoios necessários ao desenvolvimento da investigação e construção de argumentos e explicações pelos alunos.

Quadro 3 - Mapa do episódio 2: Classificação dos turnos de fala de alunos e professor segundo as categorias metodológicas selecionadas.

		Turnos	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	Total		
		Sujeito	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	A	A	P	A	P	A	P	A	Total		
Propósitos Epistêmicos	Retomar					x		x																															2		
	Problematizar																																							0	
	Explorar									x							x		x		x				x		x		x										7		
	Qualificar				x																		x														x		3		
	Sintetizar							x																x														x		3	
Indicadores de alfabetização científica	Seriação de informação																																							0	
	Organização de informação																	x									x													2	
	Classificação de informação								x												x		x																3		
	Levantamento de hipótese																									x														1	
	Teste de hipótese																																							0	
	Justificativa																																			x		x		2	
	Previsão																																							0	
	Explicação				x		X																													x		x	x	5	
	Raciocínio lógico																																						x		1
	Raciocínio proporcional																																								0

## **CONSIDERAÇÕES**

No universo do ensino de ciências por meio de abordagens ancoradas nos pressupostos do ensino por investigação, muitas são as interações que podem resultar na construção de entendimento pelos estudantes sobre conteúdos científicos e características da natureza e epistemologia do trabalho científico. Portanto, é fundamental que a área de pesquisa em educação em ciências busque compreender como surgem e ocorrem essas interações e os processos de ensino e aprendizagem em um ambiente tão dinâmico como a sala de aula.

Buscamos nesse trabalho traçar um panorama sobre como o professor, visto por nós como agente central no sucesso da implementação de abordagens didáticas investigativas, promove o surgimento e o desenvolvimento da argumentação dos estudantes. É o professor o responsável por criar um ambiente de múltiplas interações entre os alunos, de forma que estes sejam capazes de justificar suas alegações e construir suas explicações para as situações que investigam com base em conhecimentos que têm disponíveis.

À luz destes pressupostos, ainda no primeiro capítulo desta pesquisa, colocamos a seguinte questão: *Quais ações tomadas pelo professor promovem o surgimento e desenvolvimento da argumentação pelos estudantes no contexto do ensino por investigação?*

Responder a esta questão não é algo objetivo e é necessário ter cautela quanto às inúmeras variáveis que se engendram no contexto da cultura escolar e nos processos de ensino e aprendizagem. Defendemos nossa visão evidenciando a necessidade de uma proposta investigativa contemplar diferentes tipos de práticas pedagógicas e didáticas, não privilegiando um ou outro tipo de atividade. Do mesmo modo, ressaltamos o papel essencial a ser desempenhado pelo professor, tanto no processo de planejamento como de implementação das aulas que se baseiam nesses pressupostos.

O professor pode atuar de diferentes formas em uma situação de aprendizagem que vise à promoção da argumentação dos alunos e as categorias discutidas nesse trabalho buscaram caracterizar as principais dessas ações e compreender como elas ocorrem ao longo de uma atividade de investigação. Considerando estudos prévios na literatura em ensino de ciências, organizamos grupos de ações dentro de categorias mais amplas, denominadas *propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação* e com base nos resultados obtidos com sua utilização como instrumento metodológico, traçamos um panorama de como, a partir de ações distintas desempenhadas pelo professor, os alunos foram favorecidos a desenvolverem seus pontos de vistas e apresentá-los de forma colaborativa durante o intercurso de uma atividade investigativa, culminando na construção de argumentos.

Com base na leitura das análises de nossos dados, a contabilização da frequência absoluta de ocorrência de cada categoria não é representativa do ponto de vista de possibilitar a construção de conclusões sobre a questão inicial. Do mesmo modo, foi possível compreender que não é coerente a existência de uma ordem cronológica associada aos propósitos epistêmicos.

Aprender ciências, assim como qualquer outra forma de conhecimento, não implica apenas no acúmulo de informações; e é bem aceito que apenas uma abordagem tradicional não é eficaz do ponto de vista de proporcionar o anseio e necessidade pela descoberta de novos conteúdos. Nesse sentido, desponta-se necessário considerar que para que ocorra a construção de conhecimento pelos alunos de maneira ativa, como almejado em diversas pesquisas e documentos oficiais, só é possível quando os conhecimentos pré-existentes não são suficientes para compreender e explicar uma determinada situação. Assim, acreditamos que o domínio do conteúdo e a construção de entendimento sobre o que seja ciências permitirá ao professor apresentar e explorar situações limites relacionadas ao problema de investigação criando nos alunos o anseio pela busca de novos conhecimentos necessários para o entendimento do que está sendo discutido.

## **REFERÊNCIAS**

- Barrelo Jr, N. (2010). *Argumentação no discurso oral e escrito de alunos do ensino médio em uma sequência didática de Física Moderna*. Dissertação (Mestrado) FEUSP, São Paulo, 2010. Recuperado de [http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-22062010-140211/publico/NELSON\\_BARRELO\\_JUNIOR.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-22062010-140211/publico/NELSON_BARRELO_JUNIOR.pdf)
- Berland, L. K., & Hammer, D. (2012). Framing for scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(1), 68-94. DOI: [10.1002/tea.20446](https://doi.org/10.1002/tea.20446)

- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(26), 26-55. DOI: [10.1002/sce.20286](https://doi.org/10.1002/sce.20286)
- Brockington, G. (2005). *A Realidade escondida: a dualidade onda-partícula para alunos do ensino médio*, Dissertação (mestrado) IFUSP e FEUSP, São Paulo, 2005. Recuperado de [http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-01082013-155030/publico/JOSE\\_GUILHERME\\_BROCKINGTON.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-01082013-155030/publico/JOSE_GUILHERME_BROCKINGTON.pdf)
- Capecchi, M. C. V. M. (2004). *Aspectos da cultura científica em atividades de experimentação nas aulas de Física*. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, SP.
- Carvalho, A. M. P. (2011). 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*. (pp. 253-266). Uberlândia: EDUFU.
- Carvalho, A. M. P. (2013). 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* (pp. 1-20). São Paulo: Cengage Learning.
- De Chiaro, S., & Leitão, S. (2005). O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 18(3), 350-357. DOI: [10.1590/S0102-79722005000300009](https://doi.org/10.1590/S0102-79722005000300009)
- Duschl, R. A., & Grandy, R. E. (Eds.) (2008). *Teaching scientific inquiry: recommendations for research and implementation*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (Eds.). (2007). *Taking Science to school: learning and teaching science in grades k-8*. Washington: National Academy Press. Disponível em : <https://www.nap.edu/read/11625/chapter/1>
- Erduran, S. (2008). Methodological foundations in the study of argumentation in science classroom. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research* (pp. 47-69). UK: Springer.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: developments in application of toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933. DOI: [10.1002/sce.20012](https://doi.org/10.1002/sce.20012)
- Ferraz, A. T. (2015). *Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas de física*. Dissertação (Mestrado), IFUSP e FEUSP, São Paulo, 2015. Recuperado de [http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-25112015-151619/publico/Arthur\\_Tadeu\\_Ferraz.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-25112015-151619/publico/Arthur_Tadeu_Ferraz.pdf)
- Ferraz, A. T., & Sasseron, L. H. (no prelo). Espaço Interativo de Argumentação Colaborativa: Condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*.
- Gil-Perez, D. et al. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência e Educação*, 7(2), 125-153. DOI: [10.1590/S1516-73132001000200001](https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001)
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2008). Argumentation in science education: an overview. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research* (pp. 03-27). UK: Springer.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodríguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": argument in high school genetics. *Science Education*. 84, 757-792. DOI: [10.1002/1098-237X\(200011\)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F)
- Kelly, G.J. (2008), Inquiry, activity and epistemic practice. In Duschl, R.A.; Grandy, R.E. *Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation*. Rotterdam, Taipei, Sense Publishers.

- Knorr-Cetina, K. (1999), *Epistemic cultures: How the sciences make knowledge*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Leitão, S. (2011). O lugar da argumentação na construção do conhecimento em sala de aula. In Leitão, S., & Damianovic, M. C. (Orgs.), *Argumentação na escola: O conhecimento em construção* (pp.13-46). São Paulo: Pontes Editores.
- Lidar, M., Lundqvist, E., & Östman, L. (2006). Teaching and learning in the Science classroom: The interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology. *Science Education*, 90(1), 148-163. DOI: [10.1002/sce.20092](https://doi.org/10.1002/sce.20092)
- Longino, H.E. (1990), *Science as social knowledge: Values and objectivity in science inquiry*, Princeton: Princeton University Press.
- Machado, V. F. (2012). *A importância da pergunta na promoção da alfabetização científica dos alunos em aulas investigativas de Física*. Dissertação (mestrado) – Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP). Recuperado de [http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-20042012-145959/publico/Vitor\\_Fabricio\\_Machado\\_de\\_Souza.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-20042012-145959/publico/Vitor_Fabricio_Machado_de_Souza.pdf)
- McNeill, K. L. (2011). Elementary students' view of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year. *The Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. DOI: [10.1002/tea.20430](https://doi.org/10.1002/tea.20430)
- Monk, M., & Osborne, J. (1997). Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81, 405–424. DOI: [10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199707\)81:4<405::AID-SCE3>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199707)81:4<405::AID-SCE3>3.0.CO;2-G)
- Motokane, M.T. (2015), Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia, *Ensaio Pesquisa para Educação em Ciências*. 2015. 17, número especial, 115-137. DOI: [10.1590/1983-2117201517s07](https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s07)
- Nascimento, S. S., & Vieira, R. D. (2008). Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicados em situações argumentativas de sala de aula de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8(2). Recuperado de <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2217>
- Osborne, J. (2016). Defining a knowledge base for reasoning in Science: the role of procedural and epistemic knowledge. In R. A. Duschl & A. S. Bismack. (Orgs.) *Reconceptualizing STEM Education: the central role of practices*, Routledge.
- Osborne, J. F., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627-638. DOI: [10.1002/sce.20438](https://doi.org/10.1002/sce.20438)
- Pimentel, D. S., & McNeill, K. L. (2013). Conducting talk in secondary science classrooms: investigating instructional moves and teachers' beliefs. *Science Education*. 97(3), 367-394. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.21061/full>
- Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *Journal of the Learning Sciences*, 12(1), 5–51. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/1466633>
- Sasseron, L. H. (2008). Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura de indicadores deste processo em sala de aula. Tese (Doutorado), FEUSP, São Paulo, 2008.
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011). Construindo argumentação na sala de aula: A presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência e Educação*, 17(1), 97-114. DOI: [10.1590/S1516-73132011000100007](https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100007)
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(3), 235-260. DOI: [10.1080/09500690500336957](https://doi.org/10.1080/09500690500336957)
- Toulmin, S. E. (2006). *Os usos do argumento*. São Paulo: Martins Fontes.

- Trivelato, S.L.F., & Tonidandel, S. M. R. (2015), Ensino por Investigação: Eixos organizadores para sequências de ensino em biologia. *Ensaio Pesquisa para Educação em Ciências*. 2015. 17, 97-114. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00097.pdf>
- Zion, M., & Mendelovici, R. (2012), Moving from structured to open inquiry: Challenges and limits, *Science Education International*, 23 (4), 383-399. Recuperado de <http://www.icasonline.net/sei/december2012/p6.pdf>
- Zômpero, A. F., & Laburú, C. E. (2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa em Educação*, 13(3), 67-80. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/epec/v13n3/1983-2117-epec-13-03-00067.pdf>

**Recebido em:** 22.08.2016

**Aceito em:** 05.01.2017