

**ENSINO DE FÍSICA NOS ANOS INICIAIS: ANÁLISE DA ARGUMENTAÇÃO NA
RESOLUÇÃO DE UMA “ATIVIDADE DE CONHECIMENTO FÍSICO”**
(Teaching of Physics in Elementary School: analysis of
reasoning in solving “physical activity knowledge”)

Pedro Donizete Colombo Junior [pedro.colombo@usp.br]

Ariane Baffa Lourenço [ariane@ifsc.usp.br]

Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências.
Rua do Matão, Travessa R, 187, Cidade Universitária, São Paulo/SP, CP 66318, CEP 05314-970

Lúcia Helena Sasseron [sasseron@usp.br]

Anna Maria Pessoa de Carvalho [ampdcarv@usp.br]

Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação.

Avenida da Universidade, 308, CEP 05508-040, Cidade Universitária, São Paulo/SP

Resumo

Este texto pretende discutir como alunos dos anos iniciais do ensino fundamental constroem seus argumentos a partir da resolução de um problema de conhecimento físico proposto pelo professor. O problema escolhido, “o problema da cestinha”, tem como objetivo levar o aluno a compreender a relação entre a altura de lançamento de uma bolinha e seu alcance ao sair de uma rampa. Para as análises dos dados adotamos o modelo padrão de argumentação proposto por Toulmin. Quando nos referimos ao estudo da argumentação estamos interessados em observar as enunciações elaboradas pelos alunos durante discussões visando à construção de explicações coletivas para determinados fenômenos. Os resultados revelam a potencialidade de se trabalhar a atividades de conhecimento físico em sala e aula visando processos argumentativos. Revelam ainda que o modelo de Toulmin mostrou-se extremamente útil em nossas análises para o entendimento dos processos argumentativos.

Palavras chave: ensino de Física; ensino fundamental; argumentação; Toulmin.

Abstract

This article discusses how students in elementary school build their arguments from solving a problem of knowledge physical proposed by the teacher. The problem chosen, "the problem of the basket, "aims to bring the student to understand the relationship between the height of launching a ball and scope. For analysis of the data we adopt the standard model of argument proposed by Toulmin. The results show the potential to work activities in the classroom and physical knowledge argumentative processes aimed at school. It also shows that the Toulmin model proved extremely useful in our analysis for understanding the processes of argument. Toulmin's model has proved extremely useful in our analysis for understanding the reasoning processes.

Keywords: physics education; elementary school; argumentation; Toulmin.

Introdução

É fato que nas últimas décadas têm aumentado muito os estudos que abordam a preocupação com a análise do discurso argumentativo em contextos educativos (Driver et al., 2000; Jimenez-Alexandre et al., 2000; Capecchi et al., 2002; Duschl & Osborne, 2002; Erduran 2008; Sasseron, 2008; Costa, 2008; Sasseron & Carvalho, 2011). Hoje ensinar os alunos a argumentar cientificamente, desde o início do processo de escolarização, é um objetivo pedagógico prioritário (Costa, 2008), uma vez que o processo de argumentar requer que os estudantes sejam capazes de opinar e chegar a conclusões a partir de evidências, além de avaliar seus argumentos em relação com outras possíveis argumentações (Caamaño, 2010). Em uma visão mais ampla, a argumentação traz consigo um papel importante em debates de temas científico, sócio-científico, ético e político.

A argumentação é uma estratégia que colabora na aquisição da linguagem científica e possibilita desenvolver nos estudantes uma capacidade de raciocinar e discutir sobre problemas científicos e sócio-científicos. Deste modo, é fundamental que professores desenvolvam-na em sala de aula. Na visão de muitos pesquisadores a argumentação é uma estratégia de raciocínio, onde dados, evidências, crenças e pré-concepções, da mesma forma que no processo de construção do conhecimento científico, “são as bases que conduzem à aprendizagem” (Sasseron & Carvalho, 2011).

No entanto, apesar dos numerosos esforços por parte de pesquisadores e professores, a argumentação em sala de aula ainda é pouco praticada, particularmente nas aulas de ciências dos anos iniciais. O ensino de ciências nos primeiros anos do ensino fundamental ainda é muito precário, ocorrendo o predomínio da ciência apresentada como uma coleção de fatos para serem lidos e memorizados (Longuini, 2008). O ensino de ciências nos anos iniciais, na maioria das vezes é deixado em segundo plano. Prioriza-se componentes curriculares como matemática e português, deixando de lado outras áreas do conhecimento para “*se sobrar tempo discutir um pouco sobre*”. Como as idéias das crianças sobre o mundo que as rodeia são construídas durante os primeiros anos de escolarização, *não ensinar* ciências nessa idade significa ignorar esse processo, abandonando a criança a seus próprios pensamentos, privando-a de um contato mais sistematizado com a realidade (UNESCO *apud* Rodrigues et al., 2009, p. 674).

A realidade evidenciada, apesar de não aceitável, muitas vezes é justificada. Pensando no ensino de ciências nos anos iniciais, não é difícil perceber que raramente tópicos de física são abordados em sala de aula. Um dos principais motivos deve-se ao fato de que a maioria dos professores não consegue (ou não sabe) ensinar este tema tão amplo e presente na vida cotidiana, já que não o estudaram durante sua formação inicial e raros tiveram contato durante a formação continuada. Somado a este fato, há certo ‘medo’ muito difundido e enraizado na sociedade, e nesta se insere também os professores do Ensino Fundamental, com relação à Física. Os desafios são impostos não apenas pela complexidade intrínseca dos tópicos de física, como também por uma insegurança referente a qualquer tentativa de mudança no domínio escolar. Além disso, o sistema de ensino na maioria das vezes dificulta, e até impede, qualquer tipo de inovação, ou seja, grande parte dos professores está presa a um cenário pedagógico com pouca flexibilidade.

O presente texto busca identificar e discutir como alunos dos anos iniciais (com idades entre 8 e 10 anos) constroem seus argumentos a partir da resolução de um problema colocado pelo professor. O episódio em questão, “o problema da cestinha”, foi extraído de uma das aulas de ciências das “Atividades de Conhecimento Físico” da série “Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico” (Carvalho et al., 1998). O objetivo desta atividade é levar o aluno a compreender a relação entre a altura de lançamento de uma bolinha e seu alcance ao sair de uma rampa. A referida aula foi realizada na Escola Estadual Hermenegildo Leoni, com alunos da 2º ano do ensino fundamental e também na Escola Estadual Professor Antônio Manuel Pedroso de Castro, com alunos da 3º ano do ensino fundamental (LaPEF, 2003), ambas da cidade de São Paulo, Brasil.

Para nossas análises adotamos o modelo padrão de argumentação TAP (*Toulmin’s Argument Pattern*), proposto por Stephen Toulmin (2006). Originalmente o TAP foi proposto por Toulmin com uma aplicação empírica baseada em argumentos da área jurídica, ou seja, destinada a analisar a racionalidade dos argumentos tipicamente encontrados nos tribunais (Toulmin, 1958). Não se tinha a percepção de que a *proposta* de Toulmin poderia ser aplicável a outros campos do saber, por exemplo, da retórica educacional e comunicação. Como ressalta Vieira (2003, p.12) os méritos do modelo de Toulmin residem na aplicabilidade a qualquer tipo de raciocínio argumentativo e, como veremos a seguir, na relativa transparência de suas ferramentas.

Quando nos referimos ao estudo da argumentação nas aulas de ciências, estamos interessados em observar as enunciações elaboradas pelos alunos durante discussões visando à construção de explicações coletivas para determinados fenômenos. Adotamos o modelo de Toulmin

para nossas discussões, pois acreditamos que é uma ferramenta poderosa para a compreensão do papel da argumentação no pensamento científico.

Alguns aspectos da argumentação no ensino de ciências

Inúmeros trabalhos têm discutido a argumentação em sala de aula. Apesar de uma gama enorme de vieses, há um denominador comum entre os trabalhos: a argumentação é necessária e urgente nos contextos educacionais. Não há como negar a importância de processos argumentativos em sala de aula, sendo inúmeras as justificativas que apóiam esta constatação. A argumentação deve ser entendida como sendo um bem social, atividade intelectual, verbal que serve para justificar ou refutar uma opinião, que consiste em demonstrações direcionadas para se obter a aprovação de uma audiência (Driver & Newton, 1997).

Duschl e Osborne (2002 *apud* Mendonça & Justi, 2009) colocam que a argumentação é reconhecida sob três formas: analítica (envolve a lógica, a indução e a dedução, pela qual as pessoas chegam a conclusões que podem ou não ser verdadeiras), dialética (ocorre durante as discussões em que as pessoas se baseiam em dados informais para opinarem) e retórica (técnicas discursivas para a persuasão). Alguns trabalhos (Driver et al., 2000; Erduran, 2008) colocam que deve-se tomar cuidado com a argumentação como persuasão (processo de convencimento de uma audiência) no ensino de ciências. Segundo as autoras é mais importante que os alunos compreendam a argumentação como um processo racional, em que o conhecimento embutido no processo é relevante para avaliação e deve estar subsidiado por evidências. Costa (2008) coloca ainda que o argumento é o esclarecimento intencional de um raciocínio durante ou após a sua elaboração.

Sandoval & Millwood buscaram desenvolver “ferramentas” para avaliar a qualidade dos argumentos científicos produzidos pelos alunos. Estes autores codificaram um esquema que avalia duas dimensões de argumentos científicos. O primeiro refere-se à qualidade conceitual (por exemplo, quão bem o indivíduo tem articulado alegação de causalidade dentro de um quadro teórico específico), o segundo refere-se à qualidade epistemológica (por exemplo, quão bem o indivíduo tem escrito uma explicação coerente para determinado fenômeno) (Sandoval & Millwood *apud* Erduran, 2008). Jiménez-Aleixandre et al. (2000) colocam que a argumentação é relevante na educação em ciências, desde que seu objetivo de investigação científica seja a geração e a justificativa das afirmativas do conhecimento, crenças, e tomadas de ações que levem ao entendimento da natureza. Neste sentido entendem a educação e argumentação como unidas numa mútua preocupação com a racionalidade e dimensões normativas da razão e do raciocínio.

Um *scopo* significativo da literatura de argumentação no ensino de ciências tem sido baseado no TAP (*Toulmin's Argument Pattern*) de Toulmin. Driver e Newton (1997), a partir da elaboração de categorias de análise apoiadas no TAP, apontaram o papel que processos argumentativos podem representar na aprendizagem de ciências entre estudantes, tanto do ponto de vista conceitual, a partir do domínio da linguagem científica, quanto do ponto de vista epistemológico, compreendendo sua construção social (Capecchi et al., 2002). Jiménez-Aleixandre e Díaz-Bustamante (2003) em um extenso texto discutem alguns vieses argumentativos, como: o trabalho sobre o discurso de sala de aula; questões relacionadas ao que se entende por argumentação; questões metodológicas em análise de discurso e argumentação; operações epistêmicas e cultura escolar no discurso de sala de aula. Neste sentido as autoras ressaltam a importância do discurso dos alunos nas aulas de ciências como fator contribuinte para uma compreensão mais geral dos processos de aprendizagem das ciências. Em outro trabalho, as autoras buscam identificar os tipos de argumentos utilizados pelos alunos: dados, conclusões, justificativas, conhecimentos básicos, qualificadores, refutações (Jiménez-Aleixandre, Reigosa-Castro & Álvarez-Pérez, 1998).

Com enfoque investigativo, e discussões orais ocorridas em sala de aula do ensino fundamental, Sasseron e Carvalho (2011) examinaram de que modo os argumentos se constroem nas discussões em sala de aula, buscando responder a indagação: *Quais os elementos que subjazem esta construção?* Segundo as autoras, a construção dos argumentos dos alunos percorrem os elementos do padrão de argumento proposto por Toulmin. Além disso, fica evidente o uso de indicadores da Alfabetização Científica (Sasseron, 2008) - o levantamento de hipótese, a justificativa para os argumentos apresentados, a possibilidade de previsão de um fenômeno a partir de suas colocações, o uso do raciocínio lógico conferindo estrutura coerente à sua exposição - por parte dos alunos.

Compartilhamos com Costa (2008) a ideia de que o objetivo fundamental do ensino argumentativo em ciência é que os estudantes adquiram competências para defender e justificar as suas ideias e opiniões, e que se tornem capazes de compreender, diferenciar e confrontar as ideias e opiniões próprias com as dos outros. Assim, argumentos são vistos como produto de uma construção social e coletiva. Segundo Lemke (1998), aprender ciências significa se apropriar do discurso científico. Aprender ciência passa por aprender como determinados termos se relacionam entre si e com o contexto em que estão inseridos, produzindo significados específicos. Villani & Nascimento (2003) colocam que essas perspectivas convergem quanto à necessidade de ampliar o conceito de educação em ciências e da necessidade de considerar o papel da linguagem na ciência para o seu processo de ensino e aprendizagem. Jiménez-Aleixandre et al. (2000) defendem a argumentação como elemento estrutural da linguagem científica, porém enfatizam que a capacidade de desenvolver argumentos é uma meta normalmente não estabelecida em salas de aula de ciência.

Em sala de aula não se tem uma argumentação pronta no sentido de “polida”, é preciso “montá-la”, ou seja, entendê-la nas falas dos alunos. Oportunidades para a argumentação ocorrem, em aulas de ciências de dois modos: quando é dada aos estudantes a oportunidade de discutirem um problema em grupo ou quando, em uma situação com toda a classe o professor orchestra uma discussão para identificar diferentes linhas de pensamento, convidando os alunos a avaliarem e avançarem no sentido de encontrar um resultado em comum acordo (Driver & Newton, 1997). Enfim, o uso de argumentos válidos não é uma capacidade inata e só se adquire pela prática (Costa, 2008, p. 7).

O padrão de argumentação de Toulmin

Muito se discute sobre o trabalho argumentativo em sala de aula, no entanto, apesar de importante, não basta que os alunos argumentem sobre determinado assunto ou conceito, é preciso analisar a qualidade desta argumentação. Neste sentido, um *scopo* significativo da literatura de argumentação no ensino de ciências tem sido baseado nos trabalhos de Toulmin. Stephen Toulmin (2006), estudando a estrutura e validade de argumentos em diferentes áreas, concluiu que há alguns elementos presentes na argumentação que são comuns a variados campos do conhecimento (campo invariáveis), enquanto outros diferem com os campos (campo dependentes). Tais elementos, Toulmin traduziu no que chamou de TAP (*Toulmin's Argument Pattern*) (Figura 1).

Jiménez-Aleixandre et. al (2000) colocam que “[...] a flexibilidade do modelo de Toulmin para funcionar em ambos os contextos, campo-dependente e campo-invariável é uma vantagem para entender os argumentos colocados pelos estudantes em salas de aulas de ciência”, assim, “[...] Apelações para justificar crenças, justificações, ou ações podem derivar dos contextos de ‘fazendo ciência’ ou ‘fazendo escola’” (p. 7).

Sobre as contribuições para o conhecimento das metodologias de pesquisa em ensino de ciências, Erduran (2008) lembra que o modelo de Toulmin tem sido apropriado, adaptado e

estendido para pesquisas não somente da área de educação científica, mas também em outros campos como comunicação, filosofia e inteligência artificial.

Toulmin (2006) ao dissertar sobre o padrão de um argumento exprime várias indagações, entre elas: “O que está envolvido no processo de estabelecer conclusões mediante a produção de argumentos?” Para refletir sobre a questão, que certamente se afasta muita da trivialidade, o autor busca explicitar “elementos” constituintes de seu modelo padrão de argumentação. Segundo Toulmin é preciso fatos (*dados D*) para apoiar nossa alegação, assim cabe a nós recorrer àqueles fatos e apresentá-los como fundamento no qual se baseia nossa alegação à conclusão (*C*) cujos méritos procuramos estabelecer. Ressalta que o processo (se *D* então *C*) pode ser expandido, com lucro, em favor da imparcialidade. A esta expansão, introdução de um novo “elemento”, Toulmin chamou garantias – proposições (*W*). Segundo Toulmin, talvez seja necessário acrescentar alguma referência explícita ao grau de forças que os dados conferem à alegação, vistas à garantia, neste sentido coloca a necessidade de inserir um qualificador modal (*Q*). Encontramos ainda no modelo de Toulmin condições de exceção ou refutação (*R*), ou seja, circunstâncias nas quais têm que deixar de lado a autoridade geral das garantias. Em suas assertivas, Toulmin enfatiza que por trás das garantias normalmente “haverá outros avais, sem os quais nem as próprias garantias teriam autoridade ou vigência”, assim chama estes avais de apoio (*B*) – campo variante.

[...] uma apresentação básica possível do argumento segundo Toulmin pode ser simplificada como: *D* (dados) assim, *Q* (qualificadores), *C* (conclusão), já que *W* (garantia), considerando que *B* (conhecimento básico), a menos que *R* (condições de exceção ou refutação) (Sasseron, 2008, p. 55).

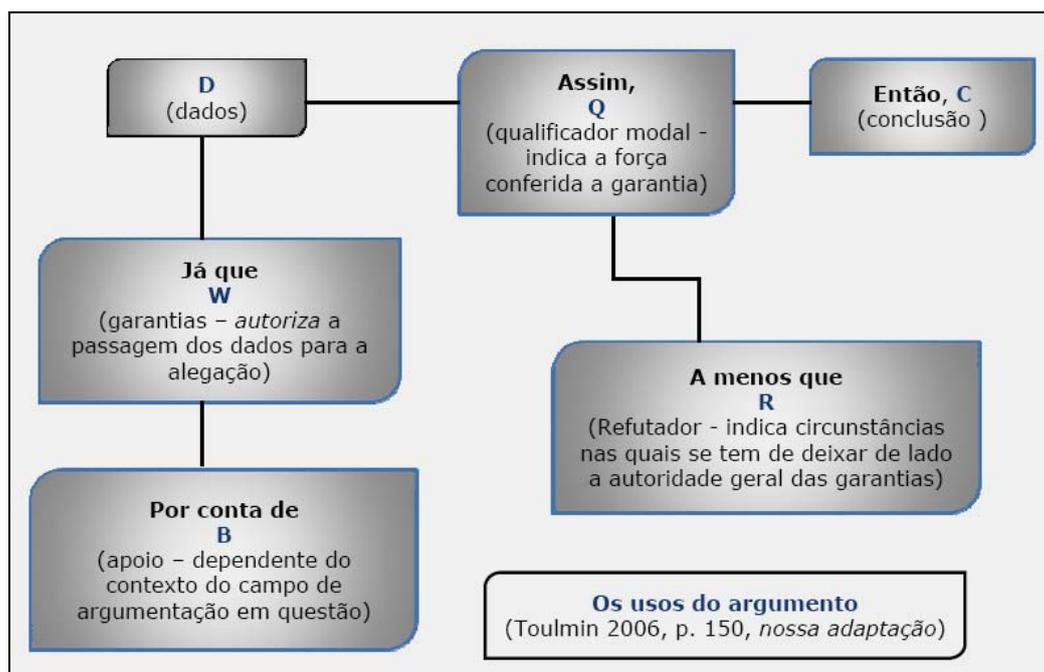


Figura 1: Modelo padrão de argumentação de Toulmin.

É importante destacar que, apesar do TAP ser amplamente utilizado no contexto da pesquisa sobre argumentação em aulas de ciências, este não é unanimidade, sofrendo algumas críticas e apontamentos. Segundo Erduran (2008) o fato de Toulmin não ter focado como se dá a construção de argumentos socialmente, faz com que seu modelo sofra críticas quanto à sua aplicabilidade para avaliar argumentos produzidos em sala de aula. Também em Toulmin nenhum reconhecimento é dado aos aspectos interacionais do argumento como um evento de fala, ou fenômenos de práticas discursivas que é influenciada pelos contextos lingüísticos (Driver & Newton, 1997).

Entendemos que tais críticas são aceitáveis e plenamente justificáveis, visto que o modelo de Toulmin foi elaborado em contexto particular e adaptado para outros contextos, que naturalmente trazem consigo particularidades próprias. É fato que no ensino de ciências, as relações sociais que ocorrem em grupo no qual se desenvolve um argumento devem ser consideradas, sendo as discussões compartilhadas parte integrantes da construção da argumentação. É necessário considerar os processos e o contexto social em que ocorre. Dadas estas considerações, nossa escolha do modelo de Toulmin para nossas análises é baseada na observação de que ele tem guiado e influenciado muitos pesquisadores neste campo de pesquisa, tanto no contexto brasileiro (Santos; Mortimer & Scott, 2001; Vieira, 2003; Vieira & Nascimento, 2007; Nascimento & Vieira, 2008; Sá & Queiroz, 2009; Nascimento & Plantin, 2009; Teixeira et. al. 2010; Capecchi & Carvalho, 2011) quando no contexto internacional (Driver & Newton, 1997; Jiménez et. al, 1998; Duschl & Osborne, 2002; Erduran, 2008; Jiménez & Bustamante, 2003, entre outros). Acreditamos também que este modelo, mesmo com algumas limitações, traduz muito bem o processo argumentativo em sala de aula.

O ensino de física nos anos iniciais do ensino fundamental

Inúmeros são os trabalhos que abordam o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental brasileiro (Barbosa-Lima et al., 1998; Carvalho et al., 1998; Nascimento & Barbosa-Lima, 2006; Rodrigues et al., 2009; Capecchi & Carvalho, 2000; Carvalho, 2010). Com diferentes vieses estes trabalhos buscaram contribuir para tornar o ensino de ciência mais ‘agradável’ e acessível ao aluno já no início do processo de escolarização.

O ensino de ciências nos anos iniciais é de extrema importância na vida das crianças, visto que nesta fase a curiosidade e a motivação em descobrir o “novo” encontram-se mais aguçadas. Crianças são naturalmente curiosas, e esta curiosidade quando bem trabalhada certamente gera amor. Trabalhar o ensino de ciências com as crianças pode significar a oportunidade de compreensão do mundo em que vivem. Como ressaltam Nascimento & Barbosa-Lima (2006) é o período da vida em que os conceitos básicos a cerca do mundo em que vivem começam a ser construídos. A escola de ensino fundamental, particularmente as aulas de ciências, pode (e deve) propiciar aos alunos ambientes de ensino que estimulem e motivem o desenvolvimento físico e intelectual do aluno. Versando sobre o ensino de física no ensino fundamental, acreditamos que uma das maneiras de atingir este objetivo é por meio de atividades e experimentos investigativos, com os quais o aluno discute e argumenta com seus pares na busca por uma conclusão compartilhada por todos a respeito de determinado conceito.

[...] estamos trabalhando com crianças e para prender a atenção delas é necessário apresentarmos algo interessante. Ciência se faz com atividades práticas e de raciocínio, ou seja, atividades concretas que levem a criança a pensar para poder formular conceitos físicos, e dinamismo. Desta forma, será possível o ensino de ciência física para crianças (Nascimento & Barbosa-Lima 2006, p. 2).

Desde o início da escolarização formal é extremamente importante que haja o estímulo necessário para que os alunos aprendam a observar formular hipóteses, dialogar, experimentar e verificar suas conclusões (Rodrigues et al., 2009, p. 668). Acreditamos que uma das atividades que exprime muito bem tal afirmação são as “Atividades de Conhecimento Físico”, propostas por Carvalho et al. (1998). As atividades de conhecimento físico foram especialmente elaboradas para que os alunos tenham a oportunidade de resolver problemas de ciências e tomar consciência das variáveis envolvidas nesta solução (Capecchi & Carvalho, 2000), por meio de diálogos argumentativos, inicialmente em pequenos grupos depois socializando com a sala em uma grande roda.

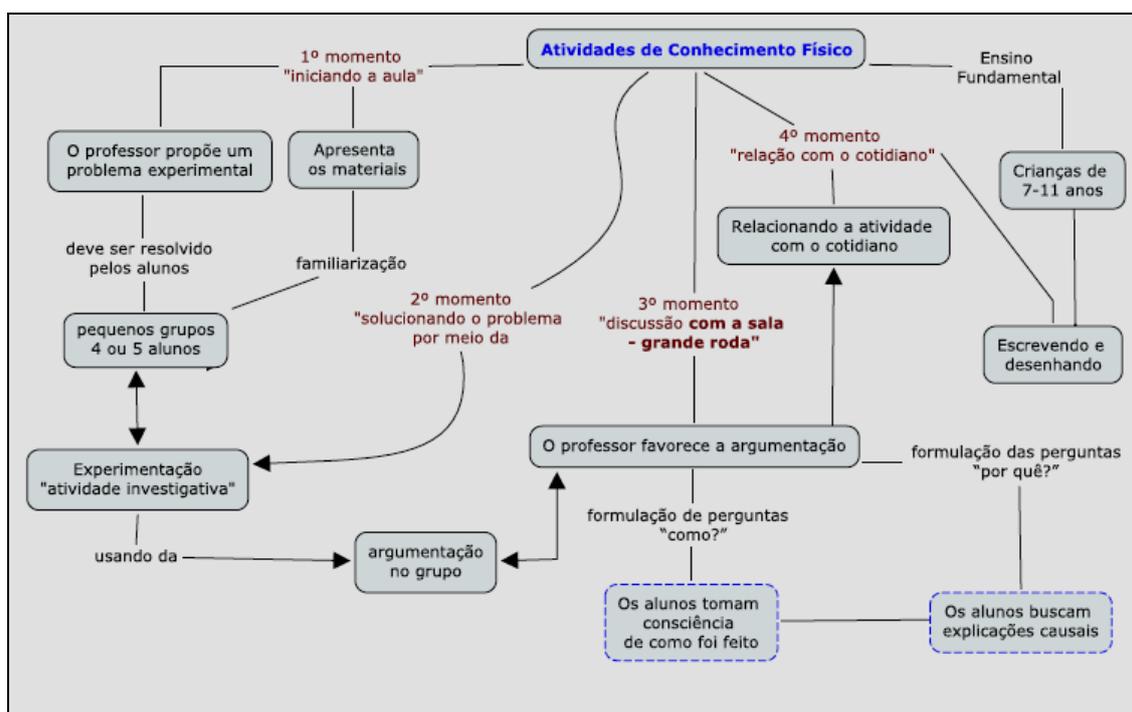


Figura 2: Momentos da Atividade de Conhecimento Físico.

De modo a alcançar este objetivo, as atividades contam com alguns momentos (Figura 2). No primeiro momento, o professor propõe o problema, divide a sala em pequenos grupos e apresenta os materiais da atividade, neste momento os alunos buscam familiarizar-se com os materiais. No segundo momento os alunos, argumentando entre si e propondo hipóteses, buscam resolver o problema colocado pelo professor, ou seja, “debruçam-se sobre o material experimental” (Locatelli, 2006). No terceiro momento é realizada uma discussão (socialização do conhecimento) com toda a sala, onde tem-se a formulação das perguntas que contenham “como?” (como foi produzido/resolvido) e formulação das perguntas que contenham “por quê?” (explicações causais). No último momento, os alunos, mediados pelo professor, tentam relacionar a atividade com o cotidiano. Durante as atividades de conhecimento físico, os alunos, ao trabalharem sobre as atividades propostas, buscam soluções utilizando de uma linguagem cotidiana muito particular que aos poucos, nas explanações com a sala (explicação da resolução do problema), vai se transformando em uma linguagem mais aguçada cientificamente (Carvalho, 2010).

Atividade analisada – métodos e sujeitos da pesquisa.

No presente trabalho, pretende-se responder a seguinte questão de pesquisa: “*Como ocorre o processo de construção de argumentos por alunos do ensino fundamental quando resolvem problemas de conhecimento físico de caráter investigativo e quais elementos do modelo de Toulmin estão presentes nos argumentos?*”. Para responder esta indagação, buscamos analisar todas as etapas da construção do conhecimento dos alunos a partir da resolução de um episódio/problema de conhecimento físico proposto pelo professor e identificar como alunos do ensino fundamental (com idades entre 8 e 10 anos) constroem seus argumentos, tomando como base o TAP enunciado por Toulmin. O episódio em questão, “O problema da cestinha” (Figura 3), foi extraído de uma das aulas de ciências de “Atividades de Conhecimento Físico” da série de vídeos “Física no Ensino Fundamental”.

A série de vídeos “Física no Ensino Fundamental” traz um conjunto de 15 atividades de conhecimento físico. Os vídeos evidenciam experiências elaboradas pelo Laboratório de Pesquisa

em Ensino de Física (LaPEF/FEUSP), e foram produzidos a partir da gravação de aulas de escolas públicas, com realidades sociais diversas da Grande São Paulo, com recursos da fundação Vitae, CNPq e FAPESP. As atividades com uma abordagem investigativa buscam retratar como os alunos resolveram os problemas propostos pelo professor (LaPEF, 2003). Em nossa análise utilizamos, por um lado, os dados coletados e transcritos por Locatelli (2006) em sua dissertação de mestrado, a partir da gravação em vídeo de aulas do ensino fundamental. Por outro lado, um dos vídeos (editados) da série “Física no Ensino Fundamental” (Carvalho et. al, 2003). É importante destacar que as aulas avaliadas são anteriores a 2006, ou seja, o acompanhamento das aulas não fez parte deste trabalho, apenas a análise. A gravação e as transcrições englobam todos os passos descritos nas “Atividades de Conhecimento Físico”, cobrindo desde a apresentação do problema pelo professor até a síntese final com toda a sala.



Figura 3: “O problema da cestinha”.

O problema proposto pela atividade aos alunos pode ser sintetizado pela seguinte indagação: *Em que local do trilho deve-se colocar a bolinha para que ela caia na cestinha?* A partir do processo investigativo de resolução, espera-se que os alunos cheguem à conclusão de que a posição exata que a bolinha deve ser colocada no trilho depende da distância entre a cestinha e o final do trilho. Espera-se também que os alunos percebam a relação entre a velocidade e a altura em que a bolinha for liberada, em outras palavras, que associem a maior altura de liberação da bolinha à maior velocidade da bolinha ao sair do trilho.

Métodos empregados para aquisição de dados

Grande parte dos estudos de natureza empírica da educação em ciências utiliza entrevistas como métodos de coleta de dados, sem se preocupar com as interações que ocorrem no ambiente (observação de gestos, atitudes, comentários). Em oposição a esta forma de obtenção de dados, as abordagens argumentativas têm um olhar atento para as interações que ocorrem no ambiente estudado, ou seja, está fortemente focado em dados observacionais entre alunos-alunos e alunos-professor (Erduran, 2008). Neste sentido, a gravação em áudio e vídeo se torna um instrumento importantíssimo para coleta de dados. As gravações em áudio e vídeo favorecem a análise dos dados, visto que durante uma visita há uma gama de gestos, expressões, entonações, sinais não-verbais, hesitações, alterações de ritmo, enfim uma comunicação não apenas verbal cuja captação é muito importante para a compreensão e validação dos dados (Lüdke & André, 1986).

Buscamos, em nossas análises, evidenciar nas falas dos alunos os processos argumentativos segundo a proposta do modelo de Toulmin. Deste modo tentaremos discutir, tendo como parâmetros os momentos das “atividades de conhecimento físico”, particularmente os referentes ao ‘*Por quê?*’

Como ressaltado por Jiménez-Aleixandre & Díaz-Bustamante (2003) “[...] não há como saber exatamente o que ocorre no interior da mente, mas uma das maneiras pelas quais podemos inferir é prestar atenção nas discussões entre os alunos sobre as questões da ciência [...] esta é a razão pela qual grande parte dos estudos sobre argumentação se centram no discurso natural que ocorre nas aulas de ciências, ao invés de respostas por meio de questionários ou entrevistas” (p. 361). Na apresentação dos dados, de modo a facilitar a leitura de alguns excertos e análises dos dados, adotamos as seguintes chaves de classificação (Tabela 1). O vídeo apresenta a atividade desenvolvida em três turmas do ensino fundamental, por isto a presença de três professores.

Tabela 1: Chaves de classificação para análise dos dados.	
Prof. 1 = Professor(a) da sala 1	S_n = sala de aula; onde ‘n’ significa a sala
Prof. 2 = Professor(a) da sala 2	A_n = aluno; onde ‘n’ significa um aluno específico.
Prof. 3 = Professor(a) da sala 3	
Exemplos:	
A_1S_3	Aluno 1 argumentando na sala de aula 3.
$A_{3,5}S_1$	Alunos 3 e 5 argumentando na sala de aula 1.
A_S_2	Aluno não identificado na gravação de vídeo argumentando na sala 2.

Análise dos dados e discussão

Como desejamos entender o processo, não iremos analisar somente os momentos em que ocorreu a argumentação dos alunos, mas cada etapa do desenvolvimento da atividade, as quais foram separadas e categorizadas em: “Proposta do problema experimental”, “Agindo sobre os materiais/Resolução do problema pelos alunos”, “Como/Porque” e “Relação com o cotidiano”. Estudando o processo conseguiremos entender que tipo de argumento é formado quando ocorrem intervenções do tipo investigativas. No que tange a análise dos argumentos produzidos, esta foi realizada buscando identificar elementos argumentativos do modelo de Toulmin nas falas dos alunos na resolução do problema proposto, “O problema da cestinha”.

Proposta do problema experimental.

Inicialmente, as salas foram divididas em pequenos grupos, formados por 4 ou 5 alunos. O professor apresentava os materiais disponíveis para os alunos trabalharem a resolução do problema e explicou o problema:

Hoje nos vamos trabalhar um problema que vocês vão me ajudar a solucionar, tá bom? (Prof. 1).

Então vocês vão prestar atenção, eu vou apresentar pra vocês o material que nós vamos usar durante a aula, tá certo [...] eu tenho aqui e vou mostrar pra vocês um trilho [...] e aqui eu tenho uma rampa, tá bom? Aqui embaixo dessa rampa eu tenho um copinho com [...] uma cestinha, tá. [...] e tem uma bolinha [...] a bolinha deve ser colocada no trilho (Prof. 1).

E tem uma bacia para que vocês coloquem aqui caso a bolinha caia fora. Se vocês errarem, tá bom? (Prof. 3).

E vocês vão solucionar pra mim está questão: vocês vão tentar descobrir como que nós vamos fazer pra soltar a bolinha e ela cair na cestinha. Vocês estão entendendo bem o que a professora tá falando? Hããã tão entendendo? [...] em grupo [...] vamos começar (Prof. 1).

É importante notar que os professores apresentam o problema e tomam o cuidado de não dar as respostas. Podemos perceber que, antes mesmo de propor o problema, o professor descreve aos alunos os materiais que serão usados. Desta maneira, ele já oferece possibilidade aos alunos para que possam construir hipóteses para resolver o problema, além de começarem a traçar planos de trabalho específicos de cada grupo. É fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias por parte dos alunos (Brasil, 1997). A partir desta investigação prática, ações e efeitos serão observados pelos alunos como desdobramento do levantamento e dos testes de hipóteses. Estas situações terão papel fundamental para a construção de entendimento sobre o conceito central (transformação de energia) que será discutido com a orientação do professor.

Agindo sobre os materiais / Resolução do problema pelos alunos

Quando os alunos começam a agir sobre o material, se familiarizam com o experimento e começam a testar suas hipóteses e observar evidências. Esta etapa é crucial para a construção do conhecimento.



Vocês conseguiram acertar né. Então agora eu vou mudar a posição [a professora aumenta a distância da rampa do trilho à cestinha] eu quero ver o que vocês têm que fazer para poder para acertar a cestinha (Prof.3).

Agora se eu pegar esta cestinha aqui e colocar mais pra cá [aproximando a cestinha da rampa do trilho]. O que vocês vão ter que fazer para [inaudível] (Prof.3).

É mais o é mais [vendo que a bolinha caia fora da cestinha e apontando para a parte mais alta do trilho] (A_3S_3).

Deixa... eu oh!!! (A_4S_3).

Agora é eu (A_1S_2).

Deixa eu tentar [...]Uhhh quase (A_2S_2).

Tem que jogar aqui [colocando a mão na parte baixa do trilho] se jogar daqui ela vai mais longe [apontando para a parte superior do trilho] (A_3S_2).

Eeeeeeee [todos comemorando o fato da bolinha cair na cestinha] ($A_{3,4,1}S_2$).

Figura 4: Alterando a posição da cestinha.

O que vocês fizeram quando vocês puxaram a cestinha? O que foi que aconteceu? Quem consegue me explicar? (Prof.1).

Quando nós puxamos a cestinha aí nos *ten...* aí nos tentamos de baixo [parte baixa do trilho] ai ela caiu [2x] atrás da cestinha. Ai nós tentamos no alto ai ela caiu dentro ($A_{10}S_1$).

[...] eu fiquei sabendo que a bolinha ia pra fora, ai eu peguei puxei a cestinha mais pra lá ai a bolinha pegou e caiu dentro da cestinha (A_8S_1).



Figura 5: Testando hipóteses.

É fácil perceber que o professor acompanha a atividade, propõe novas situações e faz a mediação da resolução do problema, porém não interfere na resolução do problema, mesmo quando o aluno está fazendo algo que resultará em um erro. É muito importante atentar para o papel do erro no ensino de ciências. Ao considerar que o erro é o que ainda não se aprendeu, ele certamente será muito mais valorizado, fecundo e positivo para a problematização dos conceitos e processo de construção do conhecimento. Ideias errôneas não devem ser vistas como sinônimo de fracasso, incapacidade ou entrave para o processo de ensino-aprendizagem, e sim parte de sua evolução e desenvolvimento (Colombo Jr. & Silva, 2010). É importante atentar que no presente caso, nem são ideias fechadas, ou seja, são hipóteses iniciais, e que quanto mais estas são testadas, maior o número de evidências estará a disposição para a construção de determinado conceito.

Os alunos, ao testarem suas hipóteses, buscam a partir de evidências chegar ao objetivo final da experiência. Assim, caminham para entender a relação existente entre a altura de lançamento da bolinha e seu alcance. No último excerto quando o aluno diz “*tentamos de baixo [...]*” apresenta sua hipótese. Em seguida ao afirmar “*ela caiu atrás da cestinha*” enuncia a conclusão. Assim, revela sua nova hipótese “*tentamos do alto*” e então conclui “*caiu dentro [da cestinha]*”.

Outro aspecto que merece destaque é a intervenção do professor alterando a posição da cestinha: tendo os alunos resolvido o problema para uma dada posição da cestinha, a ação do professor de aproximar ou afastar a mesma leva os alunos a terem que buscar outras soluções. Com isso, tendo reconhece uma variável inicialmente - a altura do lançamento da bolinha - agora os alunos passam a testar um par de variáveis: altura de lançamento e alcance da bolinha. Todas estas informações serão dados relevantes que serão retomados na discussão com toda a turma.

Como? / Por quê?

Este é o momento de tomada de consciência, ou seja, quando os alunos apresentam o que fizeram. Ao discutir com a sala, o aluno tem um papel ativo na construção do conhecimento, momento em que ressalta as discussões realizadas pelo grupo e as conclusões a que chegaram. Assim, ao descreverem ‘como’ fizeram retomam hipóteses e evidências observada durante a experiência e ao argumentarem sobre o ‘por quê’ estão em busca de uma explicação casual e sistematização.

Conseguiram? Muito bem. Agora nos vamos, prestem atenção, agora nós vamos [...] vamos agora formar um círculo, tá certo [alunos sentados no chão da sala]? Cada um vai contar sua experiência do problema da cestinha. COMO que vocês conseguiram resolver o problema? (Prof.1).

Quanto mais a gente colocava pra baixo a velocidade ia mais devagar e acertava na naaa cestinha (A₄S₃).

Quanto mais a gente colocava em cima mais velocidade ela [a bolinha] pegava. E embaixo ela não. [...] tinha pouca velocidade (A₃S₃).

Por que ela [a bolinha] não pega tanta velocidade quando você coloca embaixo? (Prof. 3).

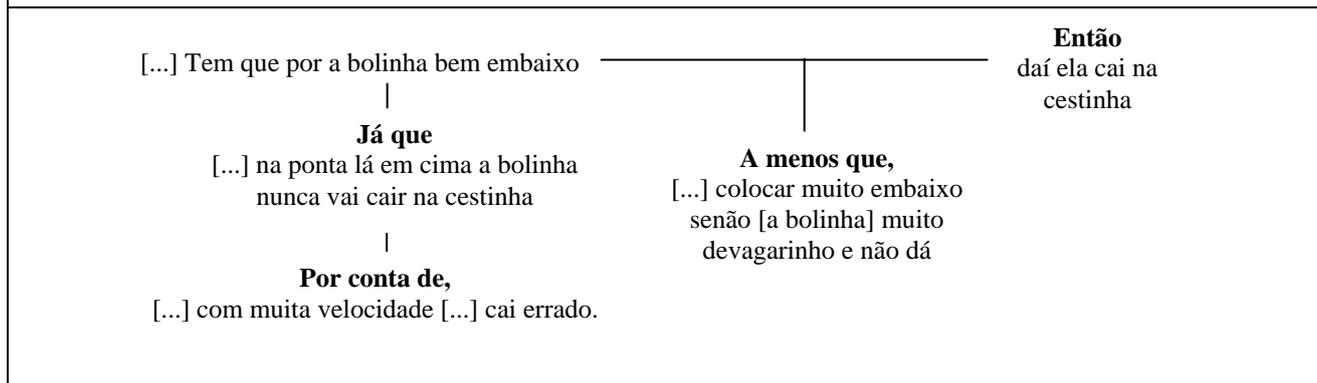
Pela descida né, quanto mais ela desce mais rotação [gesticulando a rotação com a mão esquerda] é assim ela pega. Então ela vai mais rápido, em cima. Embaixo ela pega menos assim, vai vai mais devagar (A₂S₃).

Por causa que tem a gravidade né, então quanto mais em cima mais rápido cai. Então quanto mais longe a gente tinha que colocar [a bolinha] mais alto [tinha que colocar a bolinha] para ela cair na velocidade certa pra ir até a cestinha (A₂S₃).

Tendo tido a oportunidade de fazer variados testes, os alunos têm, a sua disposição, dados (D) que devem ser trabalhados. Na discussão sobre as ações de lançamento da bolinha, as variáveis vão sendo, lentamente, reconhecidas. Este é um passo essencial para que relações causais possam vir a ser estabelecidas (Já que; Assim; Por conta de...).

Interessante notar na fala de um dos alunos o aparecimento de conceitos físicos como gravidade e rotação, ou seja, mesmo sem o entendimento de tais conceitos, o que é no mínimo coerente nesta etapa de escolarização, o aluno faz uso dos mesmos quando da explicação do observado. Este fato nos leva a inferir que o professor em algum momento, talvez em outras aulas, já havia utilizado dos termos, principalmente gravidade, com os alunos, ou o aluno tinha um conhecimento prévio que o possibilitou usar os termos em suas explicações. O aluno ao falar “[...] *quanto mais em cima mais rápido cai*”, apresenta indiretamente o B a sua W, a qual autoriza a passagem D para C. O aparecimento de R deriva de uma mudança experimental, ou seja, a menos que a cestinha esteja mais longe “*mais alto [tinha que colocar a bolinha] para ela cair [...]*”.

Eu professora! Tem que por a bolinha bem embaixo, daí ela cai na cestinha (A₃S₁).
 Também não pode colocar ela muito embaixo senão ela muito devagarzinho e não dá, tem que por um pouquinho em cima e um porquinho embaixo (A₆S₁).
 Se colocar bem na ponta lá em cima a bolinha nunca vai cair na cestinha (A₃S₁).
 [...] não pode jogar a bolinha com muita velocidade senão ela cai errado (A₅S₁).



Quadro 1: Análise (S₁) apoiada no modelo de Toulmin.

Interessante perceber no quadro 1 (S₁) que o aluno ao falar “*tem que por [...] bem embaixo*” ele apresenta sua hipótese. Ao dizer “*lá em cima [...] muita velocidade [...] cai errado*” aponta a sustentação de sua hipótese, assim relacionando hipótese e evidência os alunos constroem a conclusão. Notamos ainda a presença de uma refutação, a qual tira a autoridade da garantia, quando o aluno diz “*colocar muito embaixo [...] muito devagarzinho e não cai*”. Neste contexto, os alunos produzem os primeiros passos na construção de um pensamento científico.

O que vocês fizeram, quando vocês puxaram a cestinha? O que foi que aconteceu? Quem consegue me explicar? (Pf. 1)
 Se a gente puxa muito a cestinha [afasta do trilho], tem que por a bola na ponta [extremo superior do trilho], porque aí ela vai direto e cai na cestinha (A₁₈S₁).
 [...] alguém sabe me dizer porque que quando a gente puxa a cestinha tem que pôr a bolinha mais pra cima? Quem sabe me dizer? Hei? (Prof. 1).
 Por causa que quando puxa mais a cestinha tem que pôr ela mais alto pra pegar mais velocidade pra ir um pouco mais longe, senão se puxar a cestinha e pôr no mesmo lugar, ela não cai, cai um pouquinho mais antes, aí tem que puxar a cestinha e pôr ela um pouquinho mais em cima. Se pôr ela também muito em cima, ela não cai, porque vai muito longe (A₆S₁).
 [...] aí nós tentamos do alto e ela caiu dentro (A₁₀S₁).
 Se a cestinha estiver mais para lá [afastado do trilho] você coloca ela [a bolinha] lá em cima [do trilho] ela cai ali. Se ela [a cestinha] estiver um pouco mais aqui [próxima do trilho] você coloca no meio [do trilho], ela [a bolinha] cai [na cestinha] (A₂S₁).

<p>[...] quando muda a cestinha de lugar - puxa a cestinha.</p> <p> </p> <p>Já que</p> <p>[...] tem que pôr ela mais alto pra pegar mais velocidade</p> <p> </p> <p>Por conta de,</p> <p>[...] pra ir um pouco mais longe</p>	<p>_____</p> <p>Então</p> <p>[depende da altura]</p> <p>Se a cestinha estiver mais para lá [...] coloca ela lá em cima [...] ela cai ali. Se ela [a cestinha] estiver um pouco mais aqui [...] você coloca no meio [do trilho], <u>ela [a bolinha] cai.</u></p>
---	--

Quadro 2: Mudando a cestinha de lugar.

No quadro 2, é interessante notar a postura do professor durante a condução do experimento. Inicialmente ele levanta a questão: “O que vocês fizeram, quando vocês puxaram a cestinha?” Ao aluno enunciar “[...] *tem que por a bola na ponta* [extremo superior do trilho]”, o professor reformula sua questão buscando o porquê “[...] *porque que quando a gente puxa a cestinha tem que pôr a bolinha mais pra cima?*”, favorecendo assim o processo argumentativo em sala de aula, o que resulta na conclusão (C) (dependente) explicitada acima.

Durante as discussões com a sala, o Prof.1 levantou uma situação não trabalhada pelos alunos experimentalmente, “*E se nós tivéssemos uma bolinha de isopor [...] para colocar na rampa [...] O que ia acontecer?*” Em meio aos processos argumentativos desencadeados pela indagação colocada pelo professor, selecionamos a fala de um dos alunos para uma análise baseada no TAP de Toulmin (Quadro 4).

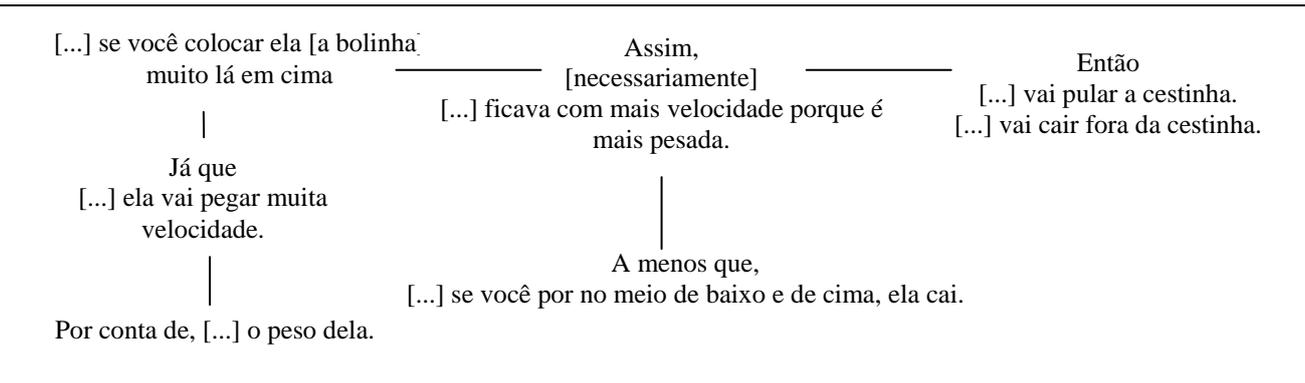
E se nós tivéssemos uma bolinha de isopor ou uma bolinha de plástico para colocar na rampa, como que vocês acham? O que ia acontecer? (Prof. 1).
 Se a bolinha for de isopor, a outra era um poquinho mais pesada, aí tem que ser um pouquinho mais alto do que a outra pra poder cair, porque ela vai ser levinha e por embaixo, ela não vai pegar muita velocidade, aí tem que por um pouquinho mais alto e ela pega velocidade e cai dentro da cestinha (A₆S₁).
 [...] mais alto pra pegar mais velocidade pra ir um pouco mais longe [...] (A₆S₁).

<p>Se a bolinha for de isopor.</p> <p> </p> <p>Já que</p> <p>[...] tem que ser um pouquinho mais alto</p> <p> </p> <p>Por conta de,</p> <p>[...] porque ela vai ser levinha [...] mais alto pra pegar mais velocidade [...]</p>	<p>_____</p> <p>Então</p> <p>[...] cai dentro da cestinha [a bolinha]</p>
---	--

Quadro 3: Alterando os materiais – discutindo hipóteses.

A última análise dos processos argumentativos enunciados pelos alunos resultantes da resolução de uma atividade de conhecimento físico refere-se a uma situação onde os alunos concluem que a bolinha não cai na cestinha.

Porque vocês tinham que soltar a bolinha daquela posição para ela cair na cestinha, alguém sabe me explicar? (Prof.1).
 É assim, se você colocar ela muito lá em cima, ela vai pegar muita velocidade e vai pular a cestinha, se você por ela muito embaixo, ela vai perder velocidade e não cair na cestinha, aí se você por no meio de baixo e de cima ela cai (A₁₀S₁).
 Com o peso dela, se você colocar ela muito lá em cima, ela vai pegar muita velocidade e vai cair fora da cestinha (A₁₅S₁).
 Se a bolinha fosse mais pesada, você acha que iria mais [longe]? (Prof. 1).
 [...] se ela for mais pesada, colocaria ela num lugar lá, ficava com mais velocidade porque é mais pesada, se colocar ela um poquinho mais embaixo da outra, ela vai e cair na cestinha (A₆S₁).



Quadro 4: Modelo mais completo do TAP de Toulmin.

O aluno ao falar “[...] *se você colocar ela muito lá em cima* [...]” apresenta sua hipótese para o problema, um dado (D), assim ao enunciar “[...] *pega muita velocidade* [...] *vai pular a cestinha* [...]” aponta a evidência, sua grantia (W). Então, relacionando suas hipóteses e as evidências os alunos chegam a uma conclusão compartilhada (C). Notamos também a presença de refutação (B) na construção argumentativo acima, ou seja, “[A menos que] *se você por no meio de baixo e de cima, ela cai*” nos indica este elemento.

Relação com o cotidiano

O último momento da “Atividade de Conhecimento Físico” é reservado para que a criança expresse por meio da fala, desenhos ou escrita a relação da atividade trabalhada com seu cotidiano. Assim, o aluno individualmente faz uma análise reflexiva sobre a atividade realizada e conceitos estudados.

Vocês já viram alguma coisa parecida com este problema ééé... no dia a dia de vocês? Na casa de vocês, brincando [...] Alguém aqui já viu? (Prof.1)
 No *play Center* o que é parecido com essa atividade que a gente fez hoje é a montanha russa. A gente desce igual não sei o que [gesticulando] correndo assim *sssfuuuu* igual louco assim correndo, maior velocidade (A₁₀S₁).

 Têm aqueles *looping* tal [gesticulando um looping com as mãos], ela não consegue passar [inaudível] só depois daquela descida que ela começa [gesticulando uma subida] (A₂S₃).
 Ela [a bolinha] não ia subir [se na experiência tivesse um *looping*], por causa que a bolinha ela não é mesma coisa da montanha russa, ela não ia ter força para subir se fosse assim (A₅S₃).
 Mas como você disse A₃S₃ não, ela não ia parar no meio se ela tivesse velocidade [...] ela ia conseguir subi [caso tivesse um *looping*, na montagem] A₃S₃.
 Mas depois ia descer! (A₅S₃).
 [...] ia descer. (A₃S₃).

Os alunos ao tentarem ‘contextualizar’ o experimento realizado, acabam aproximando as ciências às situações cotidianas, em outras palavras tentam relacionar direta ou indiretamente conceitos e leis expressos pela ciência em ações por eles vivenciadas, por exemplo, um passeio a um parque de diversões (*play Center*). As falas acima nos revelam ainda a efetiva participação argumentativa quando da relação com o cotidiano. O aluno ao falar “[...] [a bolinha] *não ia subir* [se na experiência tivesse um looping] *ela não ia ter força para subir*” revela sua hipótese e chega a sua conclusão. Esta conclusão logo é questionada por um colega “[...] *como você disse não [...] ela não ia parar no meio se ela tivesse velocidade [...] ela ia conseguir subi*”, o que faz com que dialoguem sobre a questão.

Enfim, após os alunos relacionarem o experimento realizado com situações do cotidiano, passam então a relatar, em um primeiro momento na forma escrita e/ou desenhos e após realizando a leitura para a sala, o que vivenciaram em sala de aula. Segundo os PCN o desenho é destacado como uma importante forma para a expressão por parte das crianças. Quando a criança é motivada a expressar uma atividade por meio de desenhos, ela organiza seus pensamentos e busca desenhar o que realmente lhe interessa.

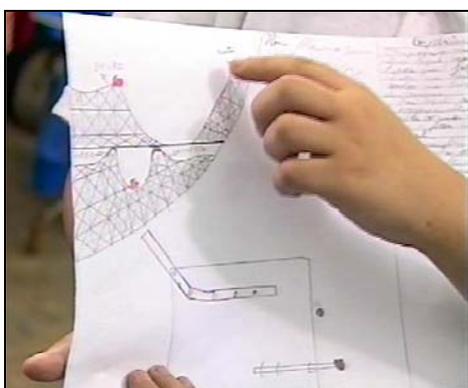


Figura 6: Relacionando com o cotidiano.

[...] tá então agora nós vamos fazer um relato né, vocês vão desenhar e depois vão escrever o que vocês fizeram tá (Prof.2). Quando a professora aproximou mais a cestinha nós tínhamos que colocar a bolinha bem na curva da rampa para ela diminuir a velocidade e cair na cesta (A_2S_2) [escrito e lido pelo aluno]

[mostrando o desenho da montanha russa] Daqui é aquilo que a gente tava discutindo da montanha russa. Porque aqui quando os dois são do mesmo tamanho ééé se ela pegar o impulso daqui ela vai vir até aqui e não vai conseguir vai parar no meio. Mas no caso se a descida for maior ela vai pegar o impulso certo pra continua. (A_2S_3).

[lendo o relato da experiência que escreveu] [...] e depois teve uma espécie de debate, todo mundo soltou a língua [...] Queria que tivesse também no ano que vem. Assinado A_6S_3 .

Esta etapa final permite que os alunos levem as ideias discutidas para um novo contexto. Com isso, a construção do argumento passa agora a ser avaliada em ma diferente perspectiva. Pelos dados apresentados e com o recorte metodológico aqui apresentado, não se pode afirmar se estas ideias conceituais serão usadas em outras aulas pelos alunos, mas é possível dizer que estas noções não fazem parte mais apenas do contexto escolar.

Conclusão

Apesar do número crescente de pesquisas acerca do ensino de ciências no ensino fundamental, estes ainda são ínfimos se comparados a outras áreas de pesquisa. Mozena & Ostermann (2008) ao realizaram uma revisão de literatura sobre o que se tem pensado e pesquisado a respeito do ensino de física nos anos iniciais do ensino fundamental, chegaram à conclusão de que:

[...] essa área é pouco explorada [...] muitas vezes vão pouco além do desenvolvimento instrucional de atividades práticas, pois se preocupam em excesso com o sucesso do tratamento e a motivação dos alunos, deixando muitas vezes de mensurar e/ou qualificar a aprendizagem, ou seja, os objetivos da análise ainda são superficiais (Mozena & Ostermann, 2008).

As análises realizadas nos revelaram a potencialidade de se trabalhar as “Atividades de Conhecimento Físico” em sala de aula visando processos argumentativos no entendimento de situações físicas e formulação de conclusões. Também ficou evidente que as atividades aguçaram a curiosidade dos alunos, provocaram a busca de explicações e descobertas e possibilitaram relacionar o conhecimento científico com o seu cotidiano. Obtivemos que a natureza das discussões ocorridas nas atividades de conhecimento científico com os alunos do ensino fundamental auxiliaram no desenvolvimento de um ambiente argumentativo.

O processo para a construção do conhecimento iniciou-se com os alunos agindo sobre os aparatos experimentais no intuito de responder o problema proposto. Nesta etapa os alunos começaram a construir hipóteses, as quais foram em geral, elaboradas de forma coletiva e aprimoradas com as intervenções dos professores. Uma vez resolvido o problema os alunos compartilharam suas experiências e as professoras conduziram à discussão de maneira que os mesmos apresentassem o como e porque resolveram o problema. Este momento gerou explicações causais e uma sistematização dos resultados, proporcionando a elaboração de argumentos, já que a partir da fala os alunos puderam articular razões para justificar seus pontos de vistas e/ou mesmo refutar a dos colegas.

No que tange ao uso de modelo padrão de argumentação proposto por Toulmin, este se mostrou extremamente útil em nossas análises para o entendimento do processo argumentativo enunciado pelos alunos na resolução de problemas, o que pode ser constatado nos quadros supracitados. Dos quatro episódios analisados em que se obteve argumentação, todos tinham ao menos os seguintes elementos do modelo de Toulmin: Dados, Conclusão, Justificativa e Conhecimento Básico. Sendo que um episódio além destes elementos ainda contava com Qualificadores e Refutadores. Este resultado mostra que a construção de argumentos feitos coletivamente em atividade de conhecimentos científicos em que o professor conduz a discussão de forma a criar um ambiente argumentativo pode resultar em argumentos mais complexos, que vão além da apresentação somente de Dados e Conclusões.

Em sala de aula, particularmente em aulas de ciências, a realização de atividades que não propiciam a argumentação e processos investigativos por parte dos alunos, restringindo apenas a exposição ou manipulação mecânicas, corre um eminente risco de perder a ciência das aulas de ciências. Compartilhamos da ideia de Costa (2008, p. 4) de que “[...] treinar os estudantes nas práticas argumentativas é permitir-lhes ver que a construção do conhecimento científico é um processo em trânsito no qual as ciências são questionadas, e, muitas vezes, mudadas ou revistas”.

Ressaltamos que a inclusão em sala de aula de experimentos com enfoque investigativo e visando a argumentação entre os alunos não é uma tarefa trivial. Um dos principais problemas encontrados é comunicação falha entre os ‘participantes’ da atividade proposta, ou seja, é comum professores e alunos não compartilharem o mesmo ‘propósito’ para uma lição ou atividade. Neste sentido, a atenção para o fator comunicação deve ser repensada, não devendo ser ignorados. Os resultados deste trabalho também corroboram com as ideias de Santos et al. (2001) de que o ensino de ciências pode ser voltado para a argumentação se os professores questionarem seus alunos, fazendo intervenções para que expliquem o que sabem, como e porque ocorrem os fenômenos científicos.

Referências

Barbosa-Lima, M. C.; Carvalho, A. M. P. & Gonçalves, M. E. R.. (1998). A escrita e o desenho: instrumentos para a análise da evolução dos conhecimentos físicos, *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 15(3), 223-242.

- Brasil. (1997). *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC. Acesso em 08 mar., 2012. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>
- Caamaño, A. (2010). Argumentar em ciências. *Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 63, 5-10.
- Capecchi, M. C. V. M. & Carvalho, A. M. P. (2000). Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(3), 171-189. Acesso em 12 dez., 2011. http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID63/v5_n3_a2000.pdf
- Capecchi, M. C. V. M.; Carvalho, A. M. P. & Silva, D. (2002). Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de física, *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(2), 1-15.
- Carvalho, A. M. P.; Barros, M. A.; Gonçalves, M. E. R.; Rey, R. C. & Vanucchi, A. I. (1998). *Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione.
- Carvalho, A.M.P. (2010). Práticas Experimentais no Ensino de Física, *In: Carvalho, A.M.P., Ensino de Física*. 1ª ed., 53-78, São Paulo: Cengage Learning.
- Colombo Jr, P. D. & Silva, C. C. (2010). Percepção da gravidade: uma visita à Casa Maluca. *Física na Escola*, 11(1), 15-19.
- Costa, A. (2008). Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objectivo pedagógico fundamental. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46/5, 1-8. Acesso em 10 mai., 2011. <http://www.rioei.org/deloslectores/2233Costa.pdf>
- Duschl, R. A. & Osborne, J. (2002). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*. 38, 39-72.
- Driver, R. & Newton, P. (1997). *Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms*, ESERA Conference, Roma.
- Driver, R.; Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Erduran, S. (2008). *Methodological Foundations in the Study of Science Classroom Argumentation*, *In: Jiménez-Aleixandre e Erduran, Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*, Springer; Dordrecht.
- Jiménez-Aleixandre, M. P; Reigosa Castro, C. & Álvarez Pérez, V. (1998). Argumentación en el Laboratorio de Física, *Atas do VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF)*, Florianópolis, Brasil.
- Jiménez-Aleixandre, M.P., Bugallo Rodríguez, A. & Duschl, R.A. (2000). “Doing the Lesson” or “Doing Science”: Argument in High School Genetics, *Science Education*, 84, 757-792.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Díaz Bustamante, J., (2003). Discurso de Aula y Argumentación en la Clase de Ciências: Cuestiones Teóricas y Metodológicas, *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 359-370.
- Lemke, J. L. (1998). *Teaching All the Languages of Science: Words, Symbols, Images, and Actions*. Conference on Science Education. Barcelona. Acesso em jun., 2011. <http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/papers/barcelon.htm>

LaPEF (Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física). (2003). *Física no ensino fundamental*. Produzido por Alter Mídia, São Paulo: FEUSP. Acesso em 01 junho 2011. http://paje.fe.usp.br/estrutura/index_lapef.htm

Locatelli, R. J. (2006). *Uma Análise do Raciocínio Utilizado pelos Alunos ao Resolverem os Problemas Propostos nas Atividades de Conhecimento Físico*. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física e a Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Longuini, M. D. (2008). O conhecimento do conteúdo científico e a formação do professor das séries iniciais do Ensino Fundamental. *Investigação em Ensino de Ciências*, 13(2), 241-253. Acesso em 25 nov., 2011. http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID184/v13_n2_a2008.pdf

Lüdke, M. & André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA.

Mendonça & Justi. (2009). *Proposição de um instrumento para avaliação de habilidades argumentativas – Parte I – fundamentos teóricos*. In. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. Anais... Belo Horizonte, MG: ABRAPEC.

Mozena, E. R. & Ostermann, F. (2008). A pesquisa em ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental: uma revisão de literatura em artigos recentes de periódicos nacionais “Qualis A”. Atas do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), Curitiba.

Nascimento, C. & Barbosa-Lima, M. C. (2006). O ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental: lendo e escrevendo histórias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)*, 6, 3.

Nascimento, S. S. & Vieira, R. D. (2008). Contribuições e limites no padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8(2), 1-20.

Nascimento, S. S. & Plantin, C. (org.) (2009). *Argumentação e Ensino de Ciências*. Curitiba: CRV.

Rodrigues, M. R.; Pinheiro, N. A. M. & Pilatti, L. A. (2009). A física para crianças: uma discussão sobre conceitos que enriquecem as aulas de ciências, *I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 667-683. Acesso em 15 jan., 2012. <http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/>

Sá, L. P. & Queiroz, S. L. (2009). *Estudo de casos no ensino de Química*. Campinas – SP: Átomo.

Santos, W. L. P.; Mortimer, E. F. & Scott, P. H. (2001). A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)*, 1(1), 140-152.

Sasseron, L. H. (2008). *Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula*. Tese de doutorado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

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 & Educação*, 17(1), 97-114.

Teixeira, E. S.; Neto, C. P. S.; Freire Jr, O. & Greca, I. (2010). A construção de uma argumentação sobre a síntese newtoniana a partir de atividades em grupo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 15(1), 61-95.

Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

_____. (2006). “O layout de argumento” (cap. 3). In: Toulmin, “*Os usos do argumento*”, São Paulo: Martins Fontes, 2^a. Ed., 135-207.

Vieira, R. D. & Nascimento, S. S. (2007). A argumentação no discurso de um professor e seus estudantes sobre um tópico de mecânica newtoniana. *Caderno brasileiro de Ensino de Física*, 24(2), 174-193.

Vieira, A. T. (2003). *Movimentos argumentativos em uma entrevista televisiva: uma abordagem discursivo-interacional*. Juiz de Fora: Clio Edições Eletrônicas.

Villani, C. E. P. & Nascimento, S.S. (2003). A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio, *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(3), 187-209.

Recebido em: 12.03.12

Aceito em: 18.10.12