

MARIANA DE FRANÇA SILVA MARANGONI

**Uso dos modelos de Lawson e Toulmin como indicadores de alfabetização científica: a
estrutura da argumentação em sala de aula**

Guaratinguetá - SP
2018

Mariana de França Silva Marangoni

Uso dos modelos de Lawson e Toulmin como indicadores de alfabetização científica: a estrutura da argumentação em sala de aula


Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Licenciatura em Física da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Licenciatura em Física

Orientador: Silmar Antônio Travain

Guaratinguetá – SP
2018

M311u	<p>Marangoni, Mariana de França Silva Uso dos modelos de Lawson e Toulmin como indicadores de alfabetização científica: a estrutura da argumentação em sala de aula / Mariana de França Silva Marangoni. – Guaratinguetá, 2018. 30 f. : il. Bibliografia : f. 28-30</p> <p>Trabalho de Graduação em Licenciatura em Física – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2018. Orientador: Prof. Dr. Silmar Antônio Travain</p> <p>1. Ciência - Estudo e ensino. 2. Aprendizagem. 3. Raciocínio. 4. Interação social. I. Título</p> <p style="text-align: right;">CDU 50:371.3</p>
-------	--

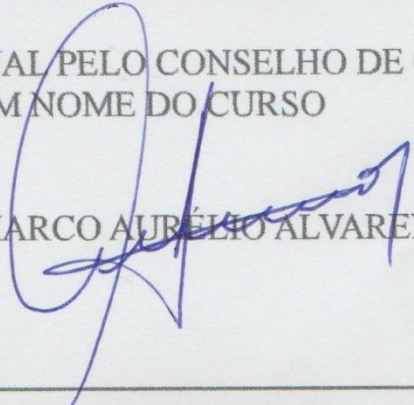
Pâmella Benevides Gonçalves
Bibliotecária/CRB-8/9203

unesp  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

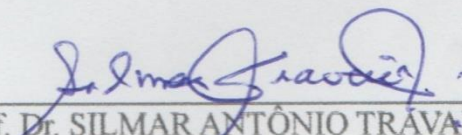
MARIANA DE FRANÇA SILVA MARANGONI

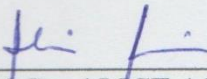
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM LICENCIATURA EM FÍSICA"

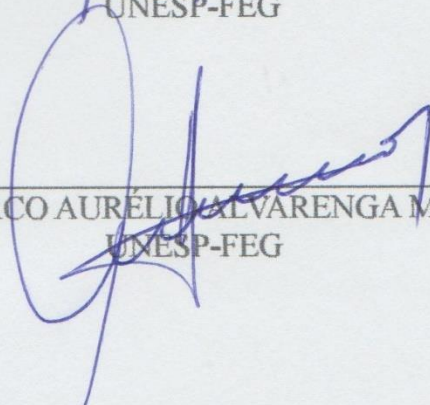
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM NOME DO CURSO


Prof. Dr. MARCO AURÉLIO ALVARENGA MONTEIRO
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. SILMAR ANTÔNIO TRÁVAIN
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. ALICE ASSIS
UNESP-FEG


Prof. Dr. MARCO AURÉLIO ALVARENGA MONTEIRO
UNESP-FEG

Dezembro 2018

DADOS CURRICULARES

MARIANA DE FRANÇA SILVA MARANGONI

NASCIMENTO 24.02.1994 – Guaratinguetá / SP

FILIAÇÃO Carlos Roberto Silva
Eugênia Christina Bezerra de França Silva

2012/2018 Curso de Graduação.
Licenciatura em Física- Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, UNESP, Brasil.

2010/2012 Curso Técnico.
Mecânica industrial- Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula
Souza, CEETEPS, Brasil.

Dedico este trabalho ao meu avô, meus pais e marido que com muito amor e apoio não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades. A esta Universidade, seu corpo docente, direção e administração pela oportunidade de fazer o curso. Agradeço em especial ao meu orientador, Silmar Travain pelo apoio, confiança e as palavras de ânimo.

Ao meu marido e pais pelo amor, incentivo e apoio incondicional nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

RESUMO

A educação sofre influência e se adapta às mudanças culturais ocorridas na sociedade. Com o desenvolvimento e a inserção da psicologia sociocultural nas pesquisas em Educação em Ciências, as atenções nos estudos sobre o processo de aprendizagem foram voltadas para o contexto social da sala de aula, evidenciando a importância da comunicação no ambiente escolar. Argumentar é um ato linguístico que surge na interação entre os indivíduos da sala de aula e é extremamente valioso para o processo de ensino e aprendizagem. Muitos pesquisadores defendem que a argumentação possibilita o aprendizado do conhecimento científico pois características da produção de conhecimento científico são utilizadas na construção de um argumento, tornando os alunos intelectualmente ativos através do desenvolvimento do raciocínio lógico, a criatividade, a formulação de hipóteses e a criticidade. Este trabalho tem como objetivo estudar a maneira como os argumentos são apresentados e construídos pelos alunos durante uma aula, com foco na importância da argumentação no Ensino de Ciências. A análise apresentada neste trabalho é qualitativa e fruto de transcrições de aulas de uma turma do último ano do ensino médio. Para o estudo das falas dos alunos utilizamos o modelo de Toulmin e os trabalhos de Lawson como a estrutura do argumento.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Ciências. Argumentação. Modelo de Toulmin. Modelo de Lawson. Interação social em sala de aula.

ABSTRACT

Education is influenced and adapts to cultural changes in society. With the development and insertion of sociocultural psychology in research in science education, attention in the studies about the learning process was focused on the social context of the classroom, highlighting the importance of communication in the school environment. Arguing is a linguistic act that arises in the interaction between individuals in the classroom and is extremely valuable to the teaching and learning process. Many researchers argue that argumentation makes possible the learning of scientific knowledge because characteristics of the production of scientific knowledge are used in the construction of an argument, making students intellectually active through the development of logical reasoning, creativity, hypothesis formulation and criticality. This paper aims to show how the arguments are presented and constructed by students during a class, focusing on the importance of argumentation in science teaching. The analysis presented in this paper is qualitative and is the result of transcripts of classes from a last year high school class. For the study of students' speeches, we will use Toulmin's model and Lawson's works as the structure of the argument.

KEYWORDS: Science teaching. Argumentation. Toulmin model. Lawson model. Social interaction in the classroom.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Padrão Lawson (2004).....	14
Figura 2-	Modelo de argumento de Toulmin.....	15
Figura 3-	Esquema apresentado aos alunos.....	21
Figura 4-	Organização do raciocínio do aluno pelo padrão de argumento de Toulmin.....	23
Figura 5-	Organização do raciocínio do aluno pela estrutura de Lawson.....	26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-	Indicadores de alfabetização científica.....	18
Quadro 2-	Primeiro episódio selecionado.....	22
Quadro 3-	Segundo episódio selecionado.....	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	Os trabalhos de Lawson.....	13
2.2	O modelo de Toulmin.....	14
2.3	Aplicabilidade do padrão de argumento de Toulmin no Ensino de Ciências.....	16
2.4	Alfabetização científica e os indicadores da alfabetização científica.....	17
3	METODOLOGIA.....	20
4	DADOS E RESULTADOS.....	21
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
	REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

Meu primeiro contato com a física ocorreu muito cedo, nos primeiros anos do ensino fundamental II, mais especificamente, onde tive um bom professor que despertou o meu interesse pela área. Ao chegar no Ensino Médio optei por fazer o curso técnico em mecânica industrial me aproximando um pouco mais da disciplina e conhecendo as aplicações da Física em nossa sociedade, quando tive que escolher uma graduação, optei por fazer licenciatura em física.

No ano de 2018, comecei a trabalhar como professora e tive a primeira experiência real em sala de aula. Ao entrar no ambiente escolar encontrei inúmeras dificuldades, como: a falta de interesse e envolvimento dos alunos na disciplina, a dificuldade em aplicar metodologias menos centrada no professor, a descontextualização dos conteúdos, a realidade dos materiais didáticos e a cobrança da coordenação aos prazos pré-estipulados, entre outros. Ao me deparar com a realidade em sala de aula, pude observar a necessidade de buscar ferramentas que permitam entender melhor as dificuldades apresentadas pelos alunos. Nos últimos anos de iniciação científica foram estudados processos de aprendizagem, discutindo o desenvolvimento cognitivo do aluno. Foram realizados estudos sobre a argumentação no Ensino de Ciências e sua aplicação em sala de aula como uma ferramenta facilitadora no processo de construção do conhecimento e da inserção do aluno na cultura científica.

Estudos em pesquisas recentes mostram que novas linhas de estudo epistemológicas são criadas e embasadas nas teorias de Piaget e Vygotsky. As atenções nos estudos sobre o processo de entendimento de conceitos e o desenvolvimento de significados são voltadas para o contexto social da sala de aula. A aprendizagem deixou de estar vinculada apenas ao âmbito individual do aluno e passou a ser considerada um processo coletivo, onde é necessário que ocorra a interação entre os esquemas mentais daquele que aprende, com as características do contexto social, em que ocorre o ensino. Parece ser unânime entre os pesquisadores a importância do discurso em sala de aula para o desenvolvimento de novos significados, e como os diferentes tipos de discursos influenciam a aprendizagem (KRESS; OGBORN; MARTINS, 1998; MARQUEZ; IZQUIERDO; ESPINET, 2003; CARMO, 2006; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BUGALLO RODRÍGUEZ; DUSCHL, 2000).

Quando o ensino de física é pensado como um processo de inserção do aluno em uma nova cultura, fica claro a importância da interação e da comunicação em sala de aula. Driver, Newton e Osborne (2000) comparam o processo de aprendizagem de ciências com a aprendizagem de uma língua estrangeira, em que o aluno precisa estar imerso em uma nova

cultura, entendendo suas normas, valores, linguagens e processos. Assim, conseguimos entender as inúmeras dificuldades apresentadas durante o estudo de ciências, pois é como se esses alunos estivessem em outro país, onde não estão familiarizados com a língua e os costumes desse novo local (CAPECCHI, 2004). Uma forma de introduzir o conteúdo de ciências ao aluno é apresentar a ele, nas aulas de física, o uso da argumentação, onde professores e alunos compartilham seus pontos de vista, criando argumentos com intuito de persuadir os interlocutores. Argumentar é um “processo de negociação de perspectivas que envolve a construção, avaliação e reconstrução de significados e que tem no diálogo os seus lócus privilegiados e prototípicos” (LEITÃO, 1999, p.94). O professor de ciências deve ensinar os seus alunos a argumentar, a reconhecer informações contraditórias e avaliar se as evidências mostradas dão ou não suporte às afirmações (CARVALHO, 2004).

A argumentação tem algumas características da produção do conhecimento científico que são importantes para a formação intelectual do aluno, como comparação, julgamento, negociações, justificativa e conclusões (FERNANDES, 2002). Ademais, a argumentação vem através da interação com indivíduos o que faz com que os alunos desenvolvam a habilidade de escuta, cooperação e respeito. Mais do que possibilitar o desenvolvimento dos conceitos, o ato de expor ideias em sala de aula prepara o cidadão para enfrentar a ciência e a vida através das críticas (MORTIMER, 2000).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Kuhn (2010) alega que os alunos apresentam uma noção simplista e superficial da ciência, o que preocupa professores e pesquisadores em Ensino de Ciências. O conhecimento não deve estar preso somente ao domínio de conceitos e habilidades técnicas, o aluno deve estar engajado no gênero de discurso da ciência. Quando a argumentação é usada como estratégia didática, os alunos desenvolvem diferentes formas de pensar que aprimora o raciocínio lógico e a compreensão. A expectativa é que o Ensino de Ciências forneça as habilidades necessárias para que os alunos sejam capazes de avaliar a legitimidade de um argumento científico, conhecendo o poder e as limitações da ciência, se tornando um cidadão responsável e capaz de participar de decisões sociais com pensamento crítico (JIMENEZ-ALEIXANDRE, 2010).

A Ciência é uma atividade social em que o avanço ocorre através da interação entre os membros da comunidade (KUNH, 1993). Para que uma ideia seja aceita nesse meio é necessário que seus integrantes sejam convencidos da sua veracidade, que na maioria das vezes ocorre através da apresentação de argumentos válidos criados a partir de normas pré-estipuladas dentro da comunidade científica. Assim, a argumentação se fortalece cada vez que novos dados e ideias são trazidos para a fala, evidenciando o papel da linguagem na produção do conhecimento.

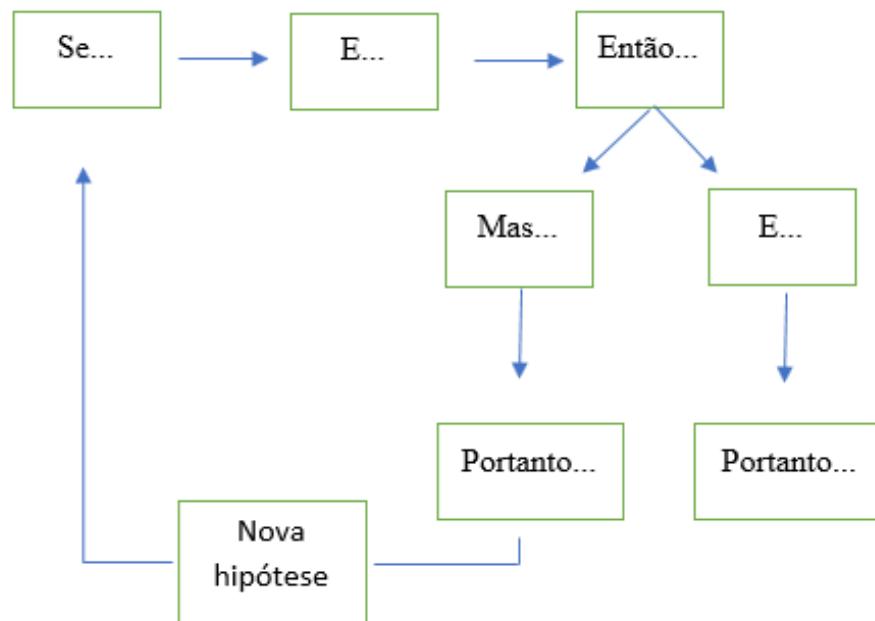
Em sala de aula durante o processo de ensino e aprendizagem, ocorrem inúmeros discursos e interações. Entendemos como argumentação as manifestações orais em que aluno e o professor expõem as suas opiniões e pontos de vista em sala, relatando suas convicções, apresentando evidências, levantando hipóteses, justificando suas conclusões ou os resultados alcançados. Apesar da argumentação estar fortemente presente no ambiente escolar, ela ainda é tomada de forma ampla e nenhum modelo utilizado isoladamente se mostrou eficiente para avaliar e analisar de forma global a qualidade dos argumentos produzida em sala de aula.

2.1. Os trabalhos de Lawson

Partindo da ideia de que talvez o raciocínio hipotético dedutivo pudesse estar presente em todos as importantes descobertas científicas, Anton Lawson estuda obras que trouxeram grande contribuição para a ciência, no intuito de encontrar uma estrutura comum de raciocínio.

Analisando a pesquisa de Alcook, publicada em 1996 (*Provisional Rejection of the Three Alternative Hypotheses on the Maintenance of a Size Dichotomy in the Males of Dawson's Burriwing Bee*), alguns relatórios de Galileu Galilei publicados no livro "*Sideral Massanger*" e a pesquisa de Walter Alvarez, a respeito da causa da extinção maciça dos dinossauros, Lawson propõe que grande parte das construções científicas ao longo da história possui uma natureza hipotética dedutiva, e foram construídas utilizando o padrão estrutural apresentado na Figura 1.

Figura 1: Padrão Lawson (2004).



Fonte: Produção do próprio autor.

Para Locatelli (2006) a proposta de Lawson pode ser entendida da seguinte forma:

A estrutura tem seu início com o termo “Se...”, diretamente ligado às hipóteses (uma proposição); o termo “E...” diz respeito ao acréscimo de condições de base (um teste); o termo “Então...” é relativo aos resultados esperados (às consequências esperadas); o termo “E...” ou “Mas...” aos resultados e consequências reais e verdadeiras. O termo “E...” deve ser utilizado caso os resultados obtidos combinem com os esperados e o termo, “Mas...”, caso haja um desequilíbrio nos resultados; desta forma, o ciclo reinicia-se com outras hipóteses e, finalmente, o termo “Portanto...” introduz a conclusão a que se chega. (LOCATELLI, 2006, p.27).

Muitas vezes encontramos a estrutura de “se, então e portanto” no ambiente escolar, o que torna o modelo proposto por Lawson uma ferramenta de análise muito útil na educação, pois, permite estudar e caracterizar as falas dos alunos.

2.2. O modelo de Toulmin

A ciência está em constante transformação devido à influência do âmbito social e cultural de quem a constrói, o que interfere na forma de relacionar dados, fazer perguntas e previsões. Devido a essas mudanças e interferências, vários tipos de argumentos podem ser produzidos, entretanto, semelhanças básicas entre eles são sempre encontradas.

No livro “Os usos dos Argumentos” (2006), Toulmin propõe um modelo geral para a estrutura de um argumento, onde um conjunto de elementos cumprem funções específicas na

construção do conhecimento. O autor apresenta os elementos básicos da argumentação e as relações existentes entre eles:

Dados (D): São as informações factuais que apoiam a tese defendida.

Conclusão (C): É a tese defendida, o que se deseja apresentar.

Garantias (W): Se somente os dados não são suficientes para validar a conclusão, é necessário que exista informações adicionais relacionando D e C. Essas informações recebem o nome de garantias e são compostas por informações gerais e hipotéticas que nos permitem entender como o argumento passou dos dados à conclusão.

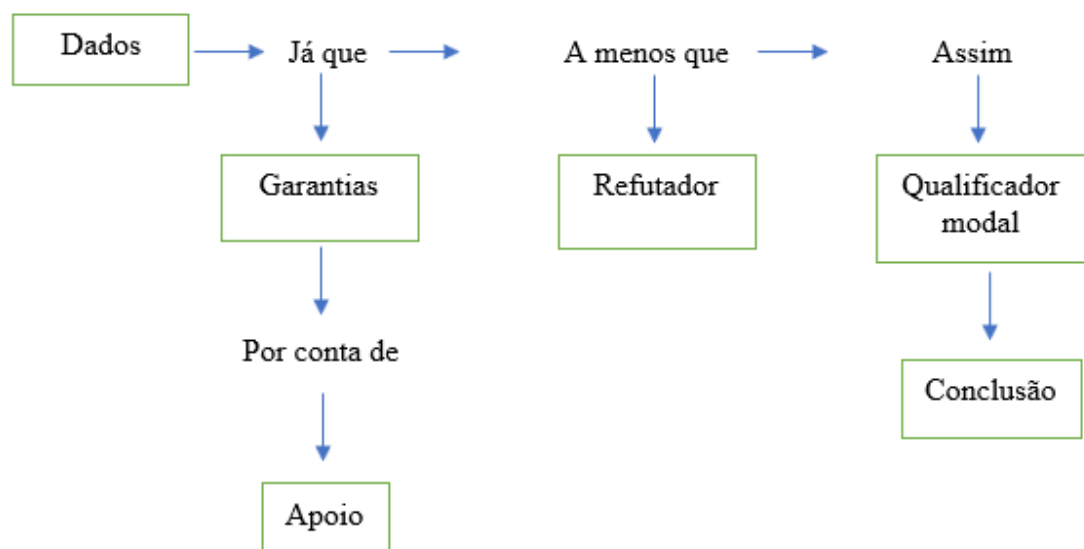
Qualificador modal (Q): Quando um argumento não é aceito apenas com o D, W e C, surge um qualificador modal. Comumente é um advérbio que dá força à conclusão obtida, por exemplo: provavelmente, necessariamente, possivelmente, etc.

Refutador (R): Se a garantia não pode ser validada o refutador fornece as condições de exceção.

Apoio (B): Dá apoio à conclusão obtida, oferecendo mais força a garantia do argumento.

Na Figura 2, apresentamos o modelo do argumento de Toulmin associado aos elementos básicos da argumentação e as relações existentes entre eles.

Figura 2: Modelo de argumento de Toulmin (conhecido como TAP, *Toulmin Argument Pattern*).



Fonte: Produção do próprio autor.

2.3. Aplicabilidade do padrão de argumento de Toulmin no Ensino de Ciências

As ideias de Toulmin são amplamente utilizadas no ensino e na aprendizagem de ciências, e o modelo nas pesquisas onde se deseja estudar os argumentos produzidos em sala de aula. A sua popularidade se dá pelo caráter bem definido que o padrão fornece do que é, ou não um argumento. Apesar da grande utilização, alguns pesquisadores da área de ensino de ciências apontam limitações na aplicação do modelo na área da educação. “(...) As limitações apontadas do padrão são mais fruto da sua utilização fora do campo que Toulmin inicialmente lhe deu ao concebê-lo do que propriamente devido a lacunas que o filósofo tenha deixado dentro de seu campo de concepção” (NASCIMENTO E VIEIRA, 2008, p. 17)

Driver *at al* (2000) ressaltam que alguns elementos básicos, como a garantia, podem ficar implícitos nos discursos, o que dificulta a sua identificação. Além disso, o processo de encaixe das falas dos professores e alunos nos elementos básicos do TAP não é simples (ZOHAR E NEMET, 2002; ERDURAN *at al*, 2004). Outro fator importante é que o modelo não considera o contexto onde ocorre a construção do argumento, como por exemplo, a utilização de linguagens semióticas que muitas vezes complementam o discurso (gestos, imagens, gráficos, etc.)

Levando em consideração que apenas o modelo de Toulmin não é suficiente para fazer a análise, pesquisadores caracterizam alguns aspectos das argumentações dos alunos. Jimenez-Aleixandre *at al* (2003) ao analisar as falas ocorridas no ambiente escolar procuram características que diferenciam a cultura científica da cultura escolar, ou seja, os momentos em que os alunos realmente falaram e fizeram ciência, dos momentos em que apenas realizaram as atividades propostas pelo professor. Levando em consideração esses aspectos, os autores definiram as operações epistêmicas, que revelam as relações entre as inúmeras fontes e formas de fazer ciência:

Indução: Procura por padrões, regularidades.

Dedução: Identificação de exemplos particulares de leis, regras.

Causalidade: Relação causa-efeito, procura por mecanismo, predição.

Definição: Manifestação de entendimento de um conceito.

Classificação: Agrupamento de objetos, organismos de acordo com critérios.

Apelo a: Analogias, exemplos, atributos ou autoridade como uma forma de explicação.

Consistência: Particular (consistência com uma experiência) ou geral (necessário para explicações similares).

Plausibilidade: Afirmação ou validação de seu próprio conhecimento ou do conhecimento dos outros.

2.4. Alfabetização científica (AC) e os indicadores da alfabetização científica:

Quando uma área de conhecimento não está bem difundida no Brasil é comum encontrarmos a maioria dos trabalhos referentes a esse tema em uma língua estrangeira. Grande parte dos escritores que se basearam no termo *scientific literacy* o traduziram como alfabetização científica. O termo letramento só apareceu no Brasil em meados da década de 1980, com o objetivo de diferenciar o impacto do uso da escrita na sociedade, do simples ato de aprender a transformar os fonemas em grafemas e vice e versa, a alfabetização.

Inúmeros autores como Bybee e DeBoer (1994), Fourez (1994), Bybee (1995), Hurd (1998), Jiménez-Aleixandre et al. (2000), Yore et al. (2003) e Lemke (2006) ressaltam a importância da escola preparar um cidadão autônomo e atuante para os dias atuais, sabendo o que é a ciência e as suas tecnologias, e como a sociedade é influenciada por ela. Para isso a escola não deve passar apenas noções dos conceitos científicos, os alunos devem ter a possibilidade de fazer ciências e ter a capacidade de receber e interpretar informações sobre temas científicos, tendo a habilidade de discutir e refletir acerca dos impactos dos mesmos.

Não vamos tratar neste trabalho em profundidade as discussões e o contexto histórico da alfabetização científica, porém nos interessa as suas bases e como elas devem ser consideradas no planejamento de uma atividade didática ou em uma análise. Sasseron e Carvalho (2008) definiram os indicadores da alfabetização científica como competências próprias da ciência e do saber científico que devem ser apresentadas pelos alunos durante as aulas e que forneçam evidências de que a alfabetização científica está sendo desenvolvida. Os indicadores podem ser divididos em 3 grupos de ações que são colocados em prática quando um problema deve ser resolvido:

Quadro 1: Indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008).

Grupo	Indicadores de alfabetização científica
Relaciona-se especificamente ao trabalho com os dados obtidos em uma investigação.	Seriação de informações: Não está necessariamente relacionado a ordem em que o trabalho será feito, pode ser uma lista de dados.
	Organização de informações: Nos diz o modo com que o trabalho foi realizado, pode aparecer tanto no início da proposta (quando se busca novas informações) ou na retomada de uma questão.
	Classificação de informações: Ocorre no momento em que se ordena os elementos que serão trabalhados, visando encontrar relações entre eles.
Engloba os aspectos do pensamento por trás das afirmações ou falas levantadas nas aulas. Demonstram ainda as características imprescindíveis para a construção de uma ideia lógica e coerente.	Raciocínio lógico: Está associado ao modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas.
	Raciocínio proporcional: Além de mostrar a estrutura do raciocínio, refere-se também a forma com que as variáveis estão associadas entre si, mostrando a interdependência que possa existir entre elas.
Está ligado ao entendimento da situação analisada.	Levantamento de hipótese: Pode aparecer na forma de uma afirmação ou como sendo uma pergunta, aponta as suposições criadas a respeito de um tema.
	Teste de hipótese: Pode ser realizado pela manipulação de objetos ou por atividades em pensamento (baseadas em conhecimentos prévios)
	Justificativa: É utilizada para fundamentar uma ideia, dando mais credibilidade a afirmação proposta.
	Previsão: Prognóstico do que pode ocorrer em uma situação levando em conta certos acontecimentos.
	Explicação: Relaciona informações e hipóteses já levantadas.

Fonte: Produção do próprio autor.

Sasseron e Carvalho (2011) propõem aparecimento de um ciclo argumentativo em sala de aula, que seria iniciado com a retomada de conceitos discutidos previamente provocando o reconhecimento e fixação das variáveis por parte dos alunos. Nesta etapa viriam à tona

elementos como B,W e R do TAP. Na próxima fase do ciclo relações entre os conceitos passariam a ser feitas pelo cruzamento de informações, possibilitando que os elementos D e C sejam revelados.

Neste trabalho adotaremos o modelo de Toulmin e os trabalhos de Lawson como a estrutura do argumento. Escolhemos Lawson pois o seu trabalho procura as estruturas de raciocínio presentes em grandes obras que revolucionaram a Ciência. Já o modelo de Toulmin nos permite observar o que foi discutido durante a aula, e detectar o que influenciou o desfecho da aula.

3 METODOLOGIA

Realizamos uma atividade didática em uma escola na região do Vale do Paraíba com o intuito de estudarmos a influência das atividades experimentais no processo de ensino e aprendizagem. Foi elaborada uma sequência didática que consistia na apresentação do conteúdo de termodinâmica na forma de aulas discursivas pelo professor titular, a aplicação experimental do Termômetro de Galileu e por fim um questionário. Entretanto, no decorrer das aulas foi observado que alguns argumentos foram construídos pelos alunos, o que nos levou a aplicação dos modelos de Lawson e Toulmin na análise dos dados.

Os dados utilizados vieram de transcrições de um conjunto de aulas de física com os seguintes temas: Gases ideais, transformações gasosas, trabalho de um gás, as leis da termodinâmica e máquinas térmicas. Escolhemos a turma levando em consideração que o professor iniciaria um novo conteúdo, assim teríamos a oportunidade de acompanhar e registrar o primeiro contato dos alunos até a conclusão do tema. A análise apresentada nesse trabalho é qualitativa e busca compreender como os argumentos são apresentados e construídos pelos alunos.

4 DADOS E RESULTADOS

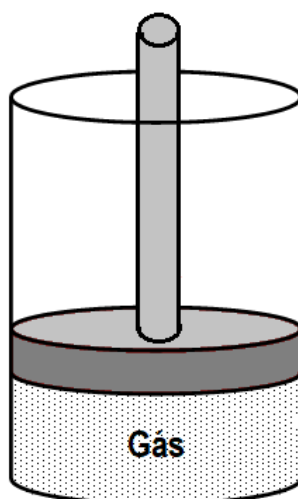
Nesse capítulo serão estudados dois episódios de ensino ocorridos durante nosso acompanhamento às aulas teóricas. Nosso objetivo é estudarmos os argumentos que foram, ou poderiam ter sido, construídos pelos alunos.

A análise das argumentações

No ambiente escolar as discussões, as conversas, as convergências e divergências a respeito dos temas, as observações e o entendimento das informações vindas de experimentos ou outras fontes de dados fazem parte da construção do argumento. Nos momentos da interação, os alunos têm a possibilidade de tomar consciência do conhecimento e gerar relações que possam ser generalizadas para outros contextos, possibilitando a previsão de situações e fenômenos.

Apresentamos um episódio de ensino ocorrido no terceiro encontro. O professor iniciou a aula retomando os conceitos vistos anteriormente a respeito das transformações gasosas. O objetivo da aula foi demonstrar a equação do trabalho de um gás usando como base o trabalho mecânico. Para isso, o professor apresentou aos alunos o esquema de um sistema composto por um gás contido em um cilindro fechado por um êmbolo móvel.

Figura 3: Esquema apresentado aos alunos.



Fonte: Produção do próprio autor.

Quadro 2: Primeiro episódio selecionado.

Falas transcritas	Ações da professora e indicadores de AC
<p>Professor: Eu coloquei a energia térmica ela se transferiu para o elemento aqui dentro pessoal, e fez com que o êmbolo se movesse para cima, havendo o que a gente pode chamar de trabalho, então gente pensa bem “ó”. Há um aumento de pressão do elemento líquido, essa pressão alta por sua vez, ela vai provocar um crescimento no volume, gente, e empurra o êmbolo para cima né. O que eu aprendi em mecânica? Que eu realizo trabalho quando eu converto energia para poder deslocar um corpo. Então é assim eu vou realizar trabalho sobre essa cadeira, eu pego uma energia potencial química, transfiro para esse cara aqui energia cinética, eu trabalhei né? E como eu visualizo essa transformação de energia? Pelo deslocamento que a cadeira sofre, aí a gente vai ver uma “definiçãozinha” lá “ó”, se eu utilizar força para criar deslocamento na realidade estou transformando energia, se eu transformo energia eu realizo trabalho. Definição de trabalho: trabalho é força vezes a distância associada ao ângulo. É o que está acontecendo ali “ó”, o gás por sua vez “né” ao aquecer, voltando “ó”, ele tá friozinho confinado aí você bota fogo nele, o que a gente percebe é que o êmbolo é deslocado, então o gás realizou trabalho né, ele realizou trabalho a partir do quê? De uma fonte de energia térmica, então ele realiza trabalho. Perguntas?</p>	<p>Apresentação de novas informações leva a explicitação de uma nova situação.</p>
<p>Aluno 1: Então só realiza trabalho quando a temperatura, pressão e volume mudam né?</p>	<p>Levantamento de hipótese, raciocínio lógico.</p>
<p>Professor: Quando o volume muda principalmente “né”. Porque imagina o seguinte, se a gente tivesse a figura anteriormente assim “ó”, e aí eu forneço calor pra ela “né”, vamos imaginar que esse volume não altera, não moveu o êmbolo, não realizou trabalho. Aí eu associo a mecânica, só teria o trabalho caso eu tenha o deslocamento produzido no corpo...no caso o corpo a gente vai chamar êmbolo, o êmbolo seria a tampa aqui no caso “né”, aí a ideia é ligar uma haste nele e produzir movimento no corpo ou pistão no caso.</p>	<p>Explicação</p>
<p>Aluno 1: Se eu pudesse aumentar só a pressão do gás, sem aumentar a temperatura, o êmbolo também sobe certo? E caso...a mesma temperatura, aumento a pressão e seguro o êmbolo na mesma força aí a temperatura vai aumentar né?</p>	<p>Levantamento de hipótese, raciocínio lógico, previsão.</p>
<p>Professor: Sim. A ideia é o seguinte você pode pensar em diversas situações em que a gente usa o caso da lei dos gases, pensa no PVT lá você já consegue raciocinar, é que aqui a ideia é focar no trabalho mesmo, que a lei da termodinâmica ela implica nisso, você produzir movimento, é a principal aplicação (ruído) até as transformações, dependendo da situação é isovolumétrica. Mas o que é o mais certo? Mais certo é você se orientar que pode haver uma transformação sem variação de volume, só que a</p>	<p>Explicação</p>

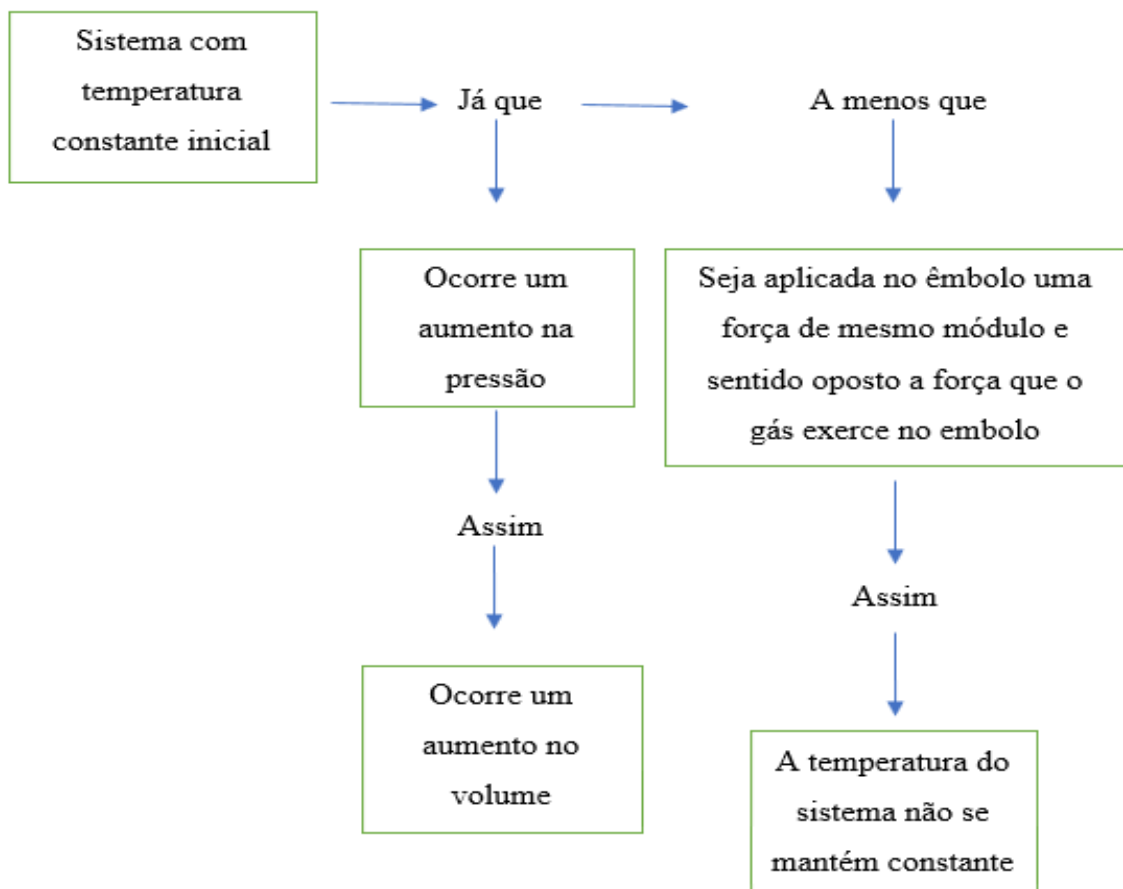
<p>termodinâmica entra com a necessidade de criar essa modificação no volume porque eu tenho a necessidade de trabalho, tenho que fazer a máquina funcionar, é uma coisa que preciso do trabalho, preciso de movimento dos êmbolos, mudança de volume.</p>	
--	--

Fonte: Produção do próprio autor.

No trecho do episódio selecionado o professor apresenta um novo conceito (o trabalho de um gás) fazendo a associação entre o trabalho estudado na mecânica. O aluno 1, utilizando do raciocínio lógico, levanta uma hipótese de quais seriam as condições necessárias para existir trabalho no sistema: “Então só realiza trabalho quando a temperatura, pressão e volume mudam né”. O professor confirma a resposta do aluno, destaca a variável volume: “quando o volume muda principalmente né...” e segue com sua explicação.

Em seguida o aluno levanta outra hipótese, agora a respeito da relação entre as variáveis de estado no esquema apresentado pelo professor. Analisando a situação, e levando em consideração o TAP, chegamos à conclusão que a fala do aluno obedece a uma estrutura lógica, representada no quadro abaixo:

Figura 4: Organização do raciocínio do aluno pelo padrão de argumento de Toulmin.



Fonte: Produção do próprio autor.

No episódio demonstrado, podemos destacar 3 indicadores de AC na fala do aluno (indicadores de alfabetização científica, nos mostram as ações e habilidades que o aluno utilizou durante a resolução do problema): Levantamento de hipótese a respeito do novo conceito estudado, o raciocínio lógico que permitiu que o argumento fosse coeso e a previsão de uma nova situação do sistema.

O próximo episódio ocorreu no último encontro, onde o objetivo era introduzir a primeira lei da termodinâmica aos alunos. O professor inicia a aula falando a respeito da Equação de Clapeyron e das variáveis contidas nela:

$$PV = nRT$$

Onde,

P: pressão (atm);

V: volume (L);

n: número de mol do gás (mol);

R: constante universal dos gases (atm . L/ mol . K)

T: temperatura (K)

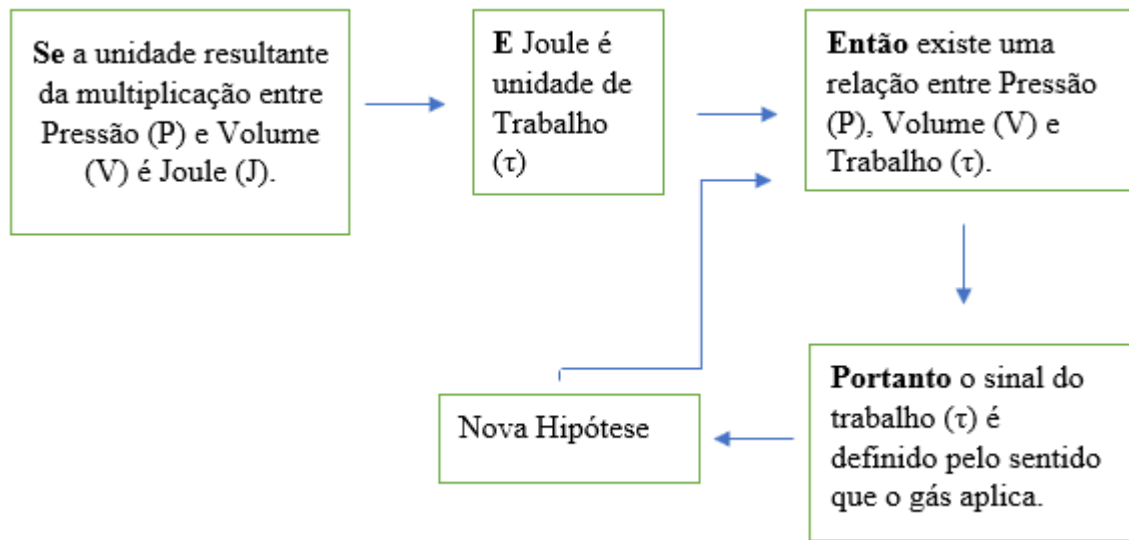
Quadro 3: Segundo episódio selecionado.

Falas transcritas	Ações da professora e indicadores de AC
Dessa fórmula aqui “né” (Equação de Clapeyron) que começa o estudo da física química no caso, temos aqui pressão vezes volume que dá aqui uma constante nRT referente a temperatura aonde terá ai pressão por volume diferenciado, esse aqui fala de população de gás agora “né”, número de mols, porção do mol ali quantas partículas existem, então de certa forma eu estarei trabalhando com conceito de pressão e volume levando em consideração uma física quântica “né”, vou falar de número de partículas, eu tenho uma constante encontrada “né”, no desenvolvimento da própria química chamada constante universal dos gases perfeitos, no caso o símbolo é esse R que é da ordem do valor de 8,31 J mol/ k. Perguntas?	
Aluno 2: Pressão vezes volume dá Joule “né”?	Previsão, raciocínio lógico, levantamento de hipótese.
Professor: Pois é... Vamos comentar isso aí, que o aluno observa pelas unidades que assim, ah tem um Joule que aparece aqui “né”, esse Joule vem da onde na verdade? Esse joule está associado a	Sistematiza ideias

<p>pressão versus volume, porque veja bem, quando eu pego o número de mol e coloco para baixo, pego temperatura e jogo para baixo, então kelvin né, e para a constante R você tem uma unidade mol e kelvin em baixo e em cima joule, então ele está dizendo que se eu fizer produto de volume e pressão eu tenho joule por unidade “né”, então tenho energia. Na realidade pessoal, pressão e volume “né”, se eu pensar em termos de pressão e volume naquela ocasião daqui para cá eu usei energia “né”, então tá associando ali uma unidade de energia Joule.</p>	
<p>Aluno 3: Joule é potência?</p>	<p>Levantamento de hipótese.</p>
<p>Aluno 2: Potência é Watt, Joule é trabalho não é professor? Deve existir uma relação entre pressão volume e trabalho...sei lá.</p>	<p>Previsão, raciocínio lógico, levantamento de hipótese.</p>
<p>Professor: É...na realidade a gente “tá” preocupado nessa hora em falar a respeito do trabalho realizado mesmo, o gás ele pode realizar trabalho “né”, conforme você varia a pressão do sistema posso gerar o movimento desse êmbolo ai e aproveitar o movimento do êmbolo para algo “né”, daí surge a coisa os conceitos da termodinâmica, que no caso termodinâmica ela ambiciona na física com a procura de criar máquinas usando o conceito de calor, usando a prática da energia térmica para poder mover o objetos “né”, para poder mover mesmo e ai trabalho “né”, então pressão e volume na realidade são elementos ali que inclusos na análise de um gás eu consigo produzir trabalho, essa unidade meio que joga para o Joule “né”. Pessoal aqui "ó" (mostrando uma animação de um embolo ao ser aquecido) o trabalho realizado ele não pode ser maior do que zero, a animação aí mostra que quando ele expande tem movimentação do êmbolo, ele cresce! Quando expande tem uma variação do volume, positiva! Então o gás realizou trabalho. Quando o gás é comprimido temos uma variação do volume negativa, o trabalho é o que? O que acontece com a temperatura?</p>	<p>Sistematiza ideias e propõe um problema.</p>
<p>Aluno 4: Negativo! Agora a temperatura não sei não (risos)</p>	
<p>Aluno 5: (A temperatura) deve aumentar porque o gás está apertadinho.</p>	<p>Levantamento de hipótese, explicação, raciocínio lógico.</p>
<p>Professor: Se o gás é comprimido a variação do volume é negativa, o trabalho é negativo, aumenta a temperatura.</p>	<p>Sistematiza ideias</p>
<p>Aluno 2: É negativo em relação ao sentido da força do gás?</p>	<p>Levantamento de hipótese</p>
<p>Professor: A ideia é que o trabalho positivo é o que o gás fez, e o negativo é o que você fez para o gás. Com relação a força, você pode pensar em relação pressão e área. Basicamente a pressão!</p>	<p>Explicação</p>

Em sua primeira fala, o professor apresenta a constante universal dos gases ideais. O aluno 2 ao analisar as unidades das variáveis nRT presente na equação de Clayperon desenvolve o seguinte raciocínio que pode ser transportado para a estrutura de Lawson:

Figura 5: Organização do raciocínio do aluno pela estrutura de Lawson.



Fonte: Produção do próprio autor.

Diante da hipótese equivocada do aluno na fala: “É negativo em relação ao sentido da força do gás?” O professor fornece prontamente o significado físico do sinal do trabalho, não permitindo que o aluno construa mais uma hipótese e conclua o ciclo proposto por Lawson. Nesse episódio vemos que a conclusão, que seria a resposta correta ao diálogo foi fornecida pelo professor.

Ressaltamos a importância da fala 2 do professor ao fazer a análise dimensional do termo nRT para a sala, mostrando de forma clara aos alunos a relação que o aluno 2 viu entre pressão (P), volume (V) e Joule. Ao expor explicitamente as variáveis em questão e a unidade resultante da multiplicação entre elas, o professor fez com que os alunos procurassem uma relação entre Joule e uma variável conhecida. Além disso, podemos ver que a associação ocorreu devido ao refinamento e complementação de ideias de um aluno para o outro, mostrando a importância da participação de diferentes indivíduos no processo de construção do argumento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dois episódios analisados nesse trabalho foram frutos de aulas expositivas tradicionais e não de aulas investigativas. A forma com que o professor dirige uma aula ou atividade didática influencia na forma com que os alunos recebem e constroem os conceitos. Tendo em mente os objetivos almejados o professor organiza sua fala e direciona seu discurso, no intuito de levar os alunos à reflexão, participação e elaboração de explicações (CAPECCHI E CARVALHO, 2000). Quando pensamos em uma atividade investigativa, mais do que saber fazer as perguntas e ouvir os seus alunos, o professor deve levar em conta o tipo de indagação feita e o momento em que ela é aplicada (CARVALHO, 2007). Um exemplo, são perguntas que fazem os alunos acessarem informações vistas em outras aulas, deixando claro quais são as variáveis importantes no estudo de um fenômeno, que provocam associações entre as variáveis e generalizações.

O aluno chegar na etapa da conclusão é extremamente importante em uma atividade investigativa. Porém o argumento não deve ficar restrito apenas ao evento particular visto, tão importante quanto a conclusão em si, é o aluno ter a capacidade de fazer generalizações e construir previsões a respeito do conteúdo estudado, tendo a capacidade de fazer um prognóstico a respeito de fenômenos e situações.

Quando enquadramos o episódio de ensino 1 na estrutura de Toulmin conseguimos ver a explicação científica que o aluno construiu a respeito da relação entre as variáveis de estado de um gás. Analisando sua fala fica claro que se trata de uma interpretação coerente, porém não conseguimos analisar a qualidade do argumento apresentado pelo aluno apenas com o TAP.

Através do padrão de Lawson conseguimos visualizar a linha de raciocínio apresentada pelo aluno no segundo episódio de ensino, entretanto a estrutura hipotética dedutiva de Lawson não nos permite diferenciar se estamos diante de uma simples associação ou uma relação simplista das variáveis estudadas.

REFERÊNCIAS

BYBEE R. W.; DEBOER, G. E. Research on goals for the science curriculum. In: GABEL, D.L.(ed.). **Handbook of research in science teaching and learning**. New York: McMillan, 1994.

BYBEE, R. W. Achieving scientific literacy. **The Science Teacher**, v.62, n.7, 28-33, 1995.

CAPECCHI, M. C. V. M. **Aspectos da cultura científica em atividades de experimentação nas aulas de Física**. 2004. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

CAPECCHI, M. C. V.; CARVALHO, A. M. P. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, V. 5, n. 3, dez. 2000.

CARMO, A. B. **A linguagem matemática em uma aula experimental de física**. 2006. 136f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Modalidade Física) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CARVALHO, A. M. P. **Critérios estruturantes para o ensino das ciências: ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CARVALHO, A. M. P. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. **Contexto e Educação**, São Paulo, v. 77, n.1, 2007.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, London, v. 77, n.1, 2007.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, London, v.84, n.3, 287-312, 2000.

FERNANDES, P. M. A.C. **Argumentação na sala de aula: construção de conhecimentos numa aula de ciências**. 2002. Dissertação (Pós Graduação em Psicologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

FOUREZ, G. **Alphabétisation scientifique et technique: essai sur les finalités de l'enseignement des sciences**, Bruxelas: DeBoeck-Wesmael, 1994.

HURD, P. D. Scientific literacy: new minds for a changing world. **Science Education**, Stanford, v. 82, n. 3, 407-416, 1998.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; BUGALLO RODRÍGUEZ, A.; DUSCHL, R. A. Doing the lesson or doing science: argument in high school genetics. **Science Education**, Hoboken, v. 84, p. 757-792, 2000.

JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. **10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas**. 12.ed. Barcelona: Graó, 2010.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; DÍAZ DE BUSTAMANTE. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciências: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**, v.21, n.3, 359-370, 2003.

KRESS, G.; OGBORN, J.; MARTINS, I. A satellite view of language: some lessons from science classrooms. **Language Awareness**, London, v. 7, n. 2, p. 69-89, 1998.

KUHN, D. Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking. **Science education**, New York, v.3, n. 77, p. 319-337, 1993.

KUHN, D. Teaching and learning science as argument. **Science Education**, New York, v. 94, p. 810-824, 2010.

LAWSON A. E. T. rex, the crater of doom, and the nature of scientific discovery. **Science Education**, New York, v.13, n.1, 155-177, 2004.

LEITÃO, S. Contribuições dos estudos contemporâneos da argumentação a uma análise psicológica de processos de construção de conhecimento em sala de aula. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, Pernambuco, v.51, n. 1, p. 91-109, 1999.

LEMKE, J. L. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Enseñanza de las Ciencias** Barcelona, v.24, n.1, 5-12, 2006.

LOCATELLI, R. J. **Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MÁRQUEZ, C.; IZQUIERDO, M.; ESPINET, M. Comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del agua. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 21, n. 3, p. 371-386, 2003.

MORTIMER, E. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Universitária UFMG, 2000. 383p.

NASCIMENTO, S. S.; VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo horizonte, v.8 n.2, 1-21, 2008.

RODRIGUES, S.; THOMPSON, I. Cohesion in science lesson discourse: clarity, relevance and sufficient information. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 9, 929-940, 2001.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**, Bauru, v.17, n.1, 2011.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Bauru, v.13, n.3, 333-352, 2008.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**, São Paulo: Contraponto, 2006.

YORE, L. D.; BISANZ, G. L.; HAND, B. M. Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 6, 689-725, 2003.

ZOHAR, A.; NEMET, F. Fostering students knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 25, n.5, 685-725, 2002.