

Explicação e argumentação em uma aula de modelagem para o ensino fundamental.

Explanation and argumentation in a modelling class for 8th grade students.

Resumo

Pesquisas tem evidenciado a importância da manutenção de espaços de investigação genuínos a fim de permitir aos alunos vivenciarem aspectos da prática científica. Neste contexto, o ensino baseado em modelagem se destaca como uma alternativa para desenvolver a explicação e argumentação em sala de aula. Este trabalho analisou como as situações explicativas e argumentativas ocorrem durante o processo de modelagem em uma aula de ciências. Para tal, foi analisada uma atividade de modelagem aplicada em aulas de ciências para alunos do 8º ano de uma escola pública do interior paulista. Situações explicativas foram relacionadas a etapas de elaboração e expressão do modelo enquanto situações argumentativas a etapas de teste e avaliação.

Palavras chave: argumentação, explicação, modelagem.

Abstract

Research has highlighted the importance of maintaining genuine inquiry spaces in order to allow students to experience aspects of scientific practice. In this context, modeling-based learning can be an alternative to developing explanation and argumentation in the classroom. This work analyzed how explanatory and argumentative situations occur during the modeling process in a science class. For this, an 8th grade modeling activity was analyzed. Explanatory situations were related to stages of elaboration and expression of the model. Argumentative situations was related to test and evaluation stages.

Key words: argumentation, explanation, modelling.

Introdução

Inserir alunos no processo de alfabetização científica pode ser encarado como um objetivo para o ensino de ciências quando pensamos na formação de cidadãos capazes de transformar a sociedade em que vivem (SASSERON; CARVALHO, 2011). A alfabetização científica define-se como um processo pelo qual a linguagem científica adquire significado para o sujeito, possibilitando a ele se apropriar de uma nova forma (a científica) de enxergar e interagir com o mundo. Assim, o indivíduo pode tomar decisões políticas e sociais apoiadas

em conhecimento científico, além de reconhecer os fenômenos da ciência e tecnologia como parte do seu mundo (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

Nessa perspectiva, o ensino de ciências não pode mais ser visto como simples memorização de conceitos finalizados. Não basta apenas apresentar os produtos científicos e ensinar fatos isolados e descontextualizados. É preciso que o aluno se aproprie das ferramentas culturais das ciências, entendendo suas formas de produzir, legitimar e divulgar conhecimento (JIMÉNEZ; AGRASO, 2006).

Pesquisas tem evidenciado a importância da manutenção de espaços de investigação genuínos a fim de permitir aos alunos vivenciarem aspectos da prática científica (JIMÉNEZ-ALEXANDRE, 2010). Acredita-se que o exercício de práticas próprias da ciência que são inerentes a produção do conhecimento científico favorece uma melhor compreensão da mesma. Nesse sentido, o ensino baseado em modelagem tem sido apontado como uma forma de inserir os alunos neste tipo de contexto (MENDONÇA, 2011).

O ensino baseado em modelagem visa levar para a sala de aula aspectos da modelagem científica. A modelagem faz parte do “fazer científico”, e pode ser entendida como um processo de produção, teste, avaliação e revisão crítica de modelos (GILBERT, 1991; NERSESSIAN, 1992). Um modelo é definido como a representação de uma ideia, objeto, evento, processo ou fenômeno para um dado sistema (GILBERT; BOULTER; ELMER, 2000).

Em contraste com o ensino tradicional, marcado pela autoridade do professor e centrado na exposição de conteúdos, o ensino baseado em modelagem está centrado na construção ativa do conhecimento pelo aluno. Em aulas tradicionais, os modelos curriculares são apresentados de forma expositiva. Dessa forma, o professor acaba favorecendo visões distorcidas acerca do conhecimento científico, dando ao aluno a impressão de que este conhecimento é algo certo, pronto e acabado. Em contrapartida, um aluno inserido no processo de modelagem pode vivenciar práticas de construção e validação de conhecimento similares as da ciência, permitindo uma melhor compreensão epistemológica da mesma (MENDONÇA, 2011). Dentre essas práticas, podemos destacar a explicação e a argumentação.

A explicação pode ser definida como uma ação cuja intenção é esclarecer algo ou torna-lo mais inteligível (Noris et al, 2005). Enquanto isso, a argumentação pode ser definida como a capacidade de avaliar enunciados teóricos a luz de dados empíricos ou de outras fontes, e de relacionar dados e conclusões por meio de justificativas (KUHN, 1993).

Na ciência, diferentes explicações coexistem e os cientistas precisam constantemente argumentar para defender seus pontos de vista em detrimento de outros. Assim, elaborar explicações e argumentar pode auxiliar os estudantes a reconhecerem que ideias científicas podem mudar com o surgimento de novos dados e embates teóricos (DRIVER et al, 2000). Assim, o desenvolvimento da capacidade de construir e defender explicações e trabalhar com critérios que permitem avalia-las tem grande importância para o ensino de ciências.

Apesar dessa importância, Braaten e Windschitl (2011), afirmam que há uma carência de esclarecimentos sobre a explicação científica na área de educação em ciências para ajudar na prática instrucional, isto é, faltam trabalhos que discutam o que qualifica uma explicação científica em sala de aula e a forma de se avaliar uma explicação.

Em geral, estudos que investigam modelagem no ensino de ciências têm focado em investigar a aprendizagem de conceitos, muitas vezes ressaltando o aspecto colaborativo da evolução conceitual (MENDONÇA, 2011).

Clement e Rea-Ramirez (2008) evidenciam a importância da produção de pesquisas que

investiguem as relações entre modelagem e argumentação no Ensino de Ciências. Recentemente, pesquisadores tem se debruçado em investigar a relação entre argumentação e modelagem (BOTTCHE E MEISERT, 2011; PASSMORE e SVOBODA, 2011; MENDONÇA e JUSTI, 2013). Sendo que alguns deles destacam a relevância de utilizar instrumentos específicos para análise da argumentação.

Dado este panorama, e em vista da relevância do ensino fundamentado em modelagem para o desenvolvimento da explicação e argumentação em sala de aula, o presente trabalho teve como objetivo analisar as situações explicativas e argumentativas que ocorrem durante o processo de modelagem em uma aula de ciências.

Processo Metodológico

Os sujeitos de pesquisa totalizam 1 professor, 5 bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID) e 22 alunos de 8º ano do ensino fundamental de uma escola pública do interior paulista. A situação investigada constitui uma aula que faz parte de uma sequência didática (SD) voltada para o ensino do sistema respiratório, a qual foi elaborada e aplicada por bolsistas do PIBID. A aula em questão fazia parte de um conjunto de aulas que tinha como foco a discussão da ventilação pulmonar e a construção e avaliação de modelos.

Em uma aula anterior os alunos foram separados em quatro grupos de cinco ou seis alunos. Cada grupo deveria elaborar um modelo sobre o mecanismo pelo qual o ar entra e sai do pulmão. Para tal, os grupos tiveram 50 minutos para elaborar seu modelo. Na aula seguinte, analisada neste trabalho, os grupos apresentaram seus modelos a fim de serem avaliados pelo restante da classe. Após a rodada de apresentações dos grupos, os professores apresentam mais informações anatômicas, com o auxílio de um vídeo de raio-x da região torácica. Estas informações fomentaram discussões sobre os modelos apresentados.

A aplicação da aula foi filmada e as falas dos sujeitos foram transcritas. As transcrições representam a única fonte de dados do trabalho e, portanto, foi analisada apenas a produção oral dos sujeitos de pesquisa. A análise foi realizada a fim de identificar situações argumentativas e explicativas em diferentes níveis de complexidade e relaciona-las ao processo de modelagem. Assim, descreveremos a seguir as duas ferramentas de análise que utilizamos.

Identificação de situações argumentativas/explicativas

Seguimos os passos metodológicos de Freire (2014) para identificar situações argumentativas/explicativas, os quais seguem duas etapas. Na primeira etapa são identificadas 4 práticas discursivas (Quadro 1).

Práticas Discursivas	Descrição
Descrição	Abordar um sistema, objeto ou fenômeno, em termos de características de seus constituintes ou dos deslocamentos espaço temporais desses constituintes.

Conclusão	Fazer asserções delimitadas por dados ou premissas (mesmo essas premissas ficando implícitas); mais do que descrever, é expressar julgamentos/posicionamentos sobre as características de um fenômeno.
Dedução	Uma forma de concluir usando raciocínio lógico para inferir a relação entre os constituintes de um fenômeno e a ocorrência deste, por exemplo, relações de causa e efeito do tipo "se p ocorre... então q ocorrerá"
Justificação	Explicitar as razões (premissas ou dados) que fundamentam ou apoiam uma conclusão.

Quadro 1: Práticas discursivas (FREIRE, 2014, p.38).

A segunda etapa constitui a classificação de situações explicativas/argumentativas. Freire (2014) se baseou em um aspecto defendido por Osborne e Patterson (2011) para distinguir explicação e argumentação. Neste sentido, o aspecto mais importante para caracterizar essas práticas é o objetivo epistêmico de cada uma delas. Dessa forma, o principal marcador de situações explicativas é o compromisso central dos interlocutores com o esclarecimento ou compreensão de um fenômeno, com a ampliação de uma explicação por meio de outras explicações ou premissas teóricas. Enquanto que situações argumentativas são categorizadas pelo engajamento do sujeito na avaliação dessas explicações a luz de outros dados, na defesa de um posicionamento sobre aceitá-las ou recusá-las. Assim, a categorização das práticas discursivas dos sujeitos, somada a análise dos objetivos epistêmicos dessas práticas permite a classificação das situações explicativas/argumentativas em diferentes níveis de complexidade, como apresentado a seguir (Quadro 2):

Classificação	Descrição
Explicação nível 1 (e1)	Enunciado composto apenas por descrições que visam esclarecer um fenômeno.
Explicação nível 2 (e2)	Enunciado composto por no mínimo uma conclusão (pode ser uma dedução, por exemplo) que visa esclarecer um fenômeno.
Explicação nível 3 (e3)	Enunciado composto por no mínimo uma conclusão e sua respectiva justificação que permitem ampliar a compreensão de um fenômeno.
Argumentação nível 1 (a1)	Enunciado composto por no mínimo uma conclusão e sua respectiva justificação que permitem avaliar a validade de uma explicação.
Argumentação nível 2 (a2)	Enunciado composto por no mínimo uma conclusão e sua respectiva justificação que permitem ampliar a compreensão de um fenômeno e ao mesmo tempo avaliar a validade da explicação proposta.

Quadro 2: Classificação de situações explicativas e argumentativas (FREIRE, 2014, p.40).

Análise do processo de modelagem

A análise do processo de modelagem foi baseada no Diagrama Modelo de Modelagem (JUSTI; GILBERT, 2002). De acordo com o diagrama, o processo de modelagem compreende quatro etapas: elaboração, expressão, teste e avaliação.

A etapa de elaboração do modelo mental é resultado do processo dinâmico de ocorrência das seguintes subetapas: definir os objetivos; ter experiência com o alvo; selecionar uma origem

para o modelo.

Na etapa de expressão do modelo mental, o modelo é expresso em algum dos modos de representação (material, visual, verbal, gestual ou matemático) ou em uma combinação deles.

Na etapa de teste do modelo, são realizados testes visando identificar sua adequação em relação aos objetivos para os quais foi proposto. Os testes podem ocorrer de duas formas: a partir de experimentos empíricos (seguidos ou antecedidos por experimentos mentais) ou apenas a partir da condução de experimentos mentais.

A etapa de avaliação é a etapa na qual se discute as abrangências e as limitações do modelo. Ou seja, discutir até que ponto o modelo atende o objetivo inicial e em que outros contextos ele pode ser aplicado.

Resultados e discussão

Ao todo foram selecionados 21 episódios de situações explicativas/argumentativas que se relacionam com as quatro etapas do processo de modelagem. O quadro a seguir (Quadro 3) mostra os episódios em ordem cronológica (de acordo com os turnos) e como cada um deles foi classificado em relação ao nível de complexidade e a qual etapa do processo de modelagem estavam relacionados.

Episódio	Nível de complexidade	Etapa do processo de modelagem	Turnos
ep1	e1	expressão	1-8
ep2	a1	teste	14-31
ep3	e1	expressão	39-54
ep4	e2	expressão	65-70
ep5	a1	avaliação	73-78
ep6	e1	expressão	86-98
ep7	a1	avaliação	135-138
ep8	e2	expressão	149-160
ep9	e1	expressão	161-167
ep10	e3	expressão	188-200
ep11	e2	expressão	212-242
ep12	e3	expressão	249-260
ep13	a2	teste	261-269
ep14	a1	teste	273-285
ep15	e2	elaboração	310-312

ep16	e2	elaboração	328-341
ep17	e2	elaboração	355-372
ep18	e2	expressão	395-402
ep19	e2	expressão	418-428
ep20	e2	expressão	439-449
ep21	e3	expressão	470-477

Quadro 3: Síntese dos resultados

Assim, verificamos a ocorrência de 5 episódios argumentativos e 16 explicativos. Totalizando em: 4 situações explicativas de complexidade nível 1; 9 situações explicativas de complexidade nível 2; 3 situações explicativas de complexidade nível 3; 4 situações argumentativas de complexidade nível 1; 1 situação argumentativa de complexidade nível 2.

A ocorrência de **situações explicativas nível 1** esteve relacionada com episódios iniciais de expressão do modelo, nos quais os primeiros grupos estavam apresentando seu modelo para o restante da classe. São situações meramente descritivas, como o exemplo abaixo (Quadro 4). Os alunos apenas descreviam o fenômeno da ventilação pulmonar, sem atribuir uma causa para o evento. Como por exemplo, apenas descrever que o ar entra na inspiração e sai na expiração.

Aluno11	Quando a gente inspira nosso pulmão comprime... e faz assim ((aproxima as palmas das mãos e para o movimento mantendo um distanciamento e deixando as mãos paralelas)) ... Ai quando a gente respira... ela solta e fica do tamanho normal { descrição }
---------	---

Quadro 4: trecho de fala do episódio 1

As **situações explicativas nível 2** ocorrem no decorrer da aula a medida que os alunos percebem a insuficiência de apenas descrever o fenômeno e passam a tecer relações causais. No trecho a seguir os alunos tem a conclusão de que a saída de ar do pulmão é consequência do aumento cumulativo da quantidade de ar durante a inspiração. Mais do que descrever o fenômeno, agora eles estão preocupados em se posicionar e traçar uma causa para o fenômeno.

Aluno21	Você ta falando que o ar fica maior (aumenta em quantidade) depois ele fica pressionado no pulmão. { descrição }
Aluno11	Isso
Aluno41	E por isso solta o ar { conclusão }
Aluno11	Isso ai

Quadro 5: Trecho de diálogo do episódio 11

Também ocorreram **situações explicativas nível 2** na **etapa de elaboração**, na qual os alunos estavam sendo apresentados a novas informações (ter experiência com o alvo).

Professor1	Sabendo que o diafragma é um músculo como era o movimento do diafragma?
Aluno31	Vai pra cima e vai pra baixo. Vai pra cima e vai pra baixo. {descrição}
Professor2	Não, ele ta falando do músculo.
Aluno31	Então bombeou. {conclusão}

Quadro 6: trecho de diálogo do episódio 15

No trecho acima podemos observar o aluno31 acessar uma fonte de analogia (uma origem para o modelo) para dar sentido as novas informações. Os alunos ainda não haviam estudado o sistema muscular mas já haviam participado de uma sequência didática sobre o sistema circulatório. Sabiam que coração é um músculo e bombeia. Então, se o diafragma é um músculo, ele também bombeia.

Os **episódios explicativos nível 3** foram relacionados a etapa de expressão e ocorreram em momentos finais de etapas da aula: ao final das apresentações dos grupos e após a apresentação do vídeo de raio-x. Observa-se nestes momentos a colaboração entre alunos de diferentes grupos para alcançar a compreensão do fenômeno. O professor teve um papel importante aqui, ao estimular a explicitação de justificativas.

Professor1	Vocês estão falando de pressão, pressão. O que tem a ver a pressão com isso?
Aluno11	O diafragma que faz a pressão da inspiração e da expiração, por que ele faz aqueles negócios ali ((eleva as mãos)). {conclusão}
Professor1	E como que ele faz isso?
Aluno11	Ele contrai e relaxa {conclusão}
Professor1	O que contrair e relaxar tem a ver com pressão?
Aluno31	Eu acho que tudo isso ai ocorre por causa de uma pressão. Por que o diafragma não passa de um músculo e todo músculo contrai e relaxa. E quando ele contrai e faz uma pressão pra cima, junta os dois (pulmões) e vai pra cima e o ar sai. Só que eu não sei como que o ar entra. {conclusão e justificação}

Quadro 7: trecho de diálogo do episódio 21

Professor1	Calma. Você falou que (o ar) entra pela narina ou pela boca, tanto faz. E o que acontece depois? {descrição}
Aluno11	Depois quando entra, a pressão fica maior por que a gente ta inspirando. Quando a gente expira a pressão fica menor por que libera o ar. {conclusão e justificaç}
Professor1	Ela ta falando que a pressão fica maior, por que a pressão fica maior?
Aluno21	Por que ta com mais ar dentro dele. {justificação}

Quadro 8: trecho de diálogo do episódio 12

Os episódios **argumentativos nível 1** estavam relacionados com situações nas quais os

alunos faziam julgamentos sobre a validade ou limitações dos modelos apresentados.

Aluno43	Eu tava falando aqui sobre a veia pulmonar, que ela pega mais oxigênio do que as outras veias. {descrição}
Professor1	Pode ter alguma relação. Mas estritamente em relação a o que eu perguntei, isso dai que você falou tem mais a ver com a distribuição do oxigênio pelo corpo ou tem a ver com como o ar entra e sai do pulmão?
Aluno43	Ah, seilá.
Aluno31	Eu acho que a veia pulmonar só liga o corpo e o pulmão {conclusão}
Aluno31	Então por que ela chama veia pulmonar?
Aluno11	Por que ela ta ligada ao pulmão. Se ela ta ligada ao pulmão é veia pulmonar. {justificação}

Quadro 9: trecho de diálogo do episódio 14

O aluno 43 quer contribuir com a discussão e apresentar seu modelo, ele acredita que a veia pulmonar possa ter relação com o fenômeno em discussão. O restante dos alunos refuta esse componente, justificando que a relação entre os nomes é apenas anatômica: “se tá ligada ao pulmão é veia pulmonar”. Assim, este se configura um episódio de teste do modelo, no qual a validade do modelo em relação aos objetivos iniciais é discutida.

Professor1	Vou fazer outra pergunta [...] É uma explicação completa?
Aluno11	Não. {conclusão}
Aluno31	Ah. Mais ou menos. Não é muito, mas da para [inaudível]. {conclusão}
Professor1	Por que não é completa e por que é mais ou menos completa?
Aluno 11	Ah, por que eles não explicaram o que a pressão faz, só falaram que tem uma pressão. {justificação}
Aluno31	Eu acho que é mais ou menos por que ele cita a pressão e tenta. Não fala de maneira clara, mas não fala como que acontece essa pressão. A pressão atmosférica e a pressão que tem dentro da gente. {justificação}

Quadro 10: trecho de diálogo do episódio 5

No diálogo acima os alunos concluem que a explicação não é satisfatória (completa) e justificam isso alegando que o outro grupo apenas cita que a pressão está envolvida com o processo de ventilação pulmonar, mas não explicita que relação é essa. Este foi considerado um momento de avaliação do modelo pois estão discutindo as limitações do modelo apresentado.

Foi encontrado apenas **um episódio argumentativo nível 2**, e ele está relacionado a **etapa de teste** do modelo.

Aluno31	Eu acho que é o contrário. Eu acho que na inspiração vai ta com a pressão menor por que vai ta com as moléculas mais separadas. E quando expira vai fazer uma força de contração e vai ficar com um espaço menor daquelas moléculas ali e com força ela vai ficar maior e ter a pressão maior, e vai liberar. {conclusão e justificção}
---------	---

Quadro 11: trecho de fala do episódio 13

O trecho (Quadro 11) faz parte de uma situação argumentativa nível 2. Outro modelo havia sido apresentado e ele considerava que a pressão aumentava na inspiração e diminuía na expiração partindo da premissa que o volume do pulmão não se alterava. E por isso, quanto mais ar entrasse, maior seria a pressão. O aluno 31 discordou disso. Alegou que deveria ser o contrário e justificou sua conclusão. Estamos diante de um episódio de teste do modelo pois o modelo apresentado anteriormente é confrontado com dados que já estavam sendo discutidos naquele momento. Os episódios argumentativos nível 1 apresentados anteriormente apenas faziam o julgamento do modelo apresentado. Este episódio, no entanto, além de realizar a avaliação da validade do modelo apresentado, também amplia a compreensão do fenômeno em discussão. E por isso foi classificado como uma situação argumentativa de nível 2.

Como podemos verificar no quadro 3, houve um maior número de episódios explicativos que argumentativos. No geral, as situações argumentativas foram fomentadas pelos professores. Seu papel foi importante para o desenvolvimento dessas situações, uma vez que a demanda para a explicitação de justificativas geralmente era criada por eles. Notamos que essa dinâmica se estabeleceu nos turnos iniciais. Porém, em turnos mais avançados os alunos ganharam autonomia neste procedimento e passam por conta própria a questionar seus colegas e exigir justificativas quando estas não são apresentadas.

Houve um aumento de complexidade das práticas epistêmicas no decorrer da aula. Isto pode ser evidenciado pela ausência de explicações nível 1 nos turnos finais. Acreditamos que isto está relacionado com o ganho de percepção dos alunos sobre o tipo de conhecimento que era considerado válido em sala de aula: os posicionamentos justificados.

Estritamente, as situações explicativas analisadas neste trabalho estavam relacionadas com as etapas de elaboração e expressão do modelo. Enquanto que as situações argumentativas estavam relacionadas apenas com as etapas de teste e avaliação.

Segundo Bottcher e Meiset (2011), a argumentação na modelagem pode ser vista como um processo de avaliação crítica de modelos com o intuito de verificar a validade de um ou mais modelos de acordo com sua coerência lógica e evidências disponíveis.

Dessa forma, os dados encontrados neste trabalho convergem para a perspectiva apresentada por Bottcher e Meiset (2011). No contexto analisado, os alunos se envolvem em situações argumentativas à medida que se engajam em avaliar explicações a luz de outros dados, procurando defender de um posicionamento sobre aceita-las ou recusa-las.

Consideração finais

O constante ciclo de elaboração, expressão, teste e avaliação de modelos potencializou a ocorrência de explicação e a argumentação a níveis cada vez mais complexos. Ao expressar seu modelo, o aluno o torna passível de avaliação pelos seus colegas. Assim, o modelo passa a ser avaliado segundo algum critério, seja ele relacionado com a adequação ao objetivo inicial, a coerência interna e conceitual ou suficiência do modelo. Dessa forma, o processo de modelagem estimulou o crescimento da complexidade de práticas epistêmicas como a explicação e a argumentação ao recrutar o posicionamento sustentado dos alunos. Neste

contexto, o professor teve um papel fundamental, principalmente em relação ao desenvolvimento da argumentação. A explicitação de critérios de teste e avaliação por meio de perguntas favoreceu a autonomia dos alunos em relação à prática argumentativa.

Agradecimentos e apoios

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Referências

BOTTCHER, F.; MEISERT, A. Argumentation in Science Education: A Model-based Framework. **Science & Education**, v. 20, n. 2, p. 103-140, 2011.

BRAATEN, M.; WINDSCHITL, M. Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. **Science Education**, 95(4), 539-669. 2011.

CLEMENT, J.; REA-RAMIREZ, M. A. **Model based learning and Science instruction**. Dordrecht: Springer. 2008.

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

FREIRE, C. C. **Argumentação e explicação no ensino de ecologia**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2014.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J.; ELMER, R. Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. In: GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J. (Eds.), **Developing Models in Science Education**. p. 3-17. Dordrecht: Kluwer. 2000

GILBERT, W. Model building and a definition of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28, n. 1, p. 73-79, 1991

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **10 Ideas Claves: competências em argumentacion y uso de pruebas**. Barcelona: Graó, 2010.

JIMÉNEZ, M.P.A.; AGRASO, M.F. A argumentação sobre questões sócio-científicas: processos de construção e justificação do conhecimento em sala de aula. **Educação em Revista**, v.43, p. 13-33, 2006.

JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' views on the nature of modelling, implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 4, p. 369-387, 2002.

KUHN, D. Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking. **Science Education**, v. 77, p. 319-337, 1993.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, p. 37-50, 2001

MENDONÇA, P. **Influência de atividades de modelagem na qualidade dos argumentos de estudantes de química do ensino médio**. 282 f. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011

MENDONÇA, P.; JUSTI, R. The Relationships Between Modelling and Argumentation from the Perspective of the Model of Modelling Diagram. **International Journal of Science Education**. 2013.

NERSESSIAN, N. J. The cognitive basis of model-based reasoning in science. In: CARRUTHERS, P. *et al* (Ed.). **The cognitive basis of science**. New York: Cambridge, 2002.

NORRIS, S.P; GUILBERT, S.M.; SMITH, M.L.; HAKIMELAHI, S.; PHILLIPS, M. A theoretical framework for narrative explanation in science. **Science Education**, 89(4), 535-563. 2005.

PASSMORE, C.; SVOBODA, J. Exploring Opportunities for Argumentation in Modelling Classrooms. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 10, p. 1535- 1554, 2011.

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**, v.17, p. 97-114, 2011.