

ELABORAÇÃO DE ATIVIDADES DE MODELAGEM VISANDO O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES ARGUMENTATIVAS

Justi, R., Martins, M., Santos, M., Pimenta, L.
Universidade Federal de Minas Gerais

RESUMO: A literatura recente da área de Educação em Ciências tem discutido como a participação de estudantes em diferentes etapas do processo de modelagem pode contribuir para que eles desenvolvam as várias habilidades argumentativas. Neste trabalho, caracterizamos e discutimos aspectos que devem ser levados em conta na elaboração de atividades de modelagem e na condução das mesmas pelo professor de forma que as relações discutidas por um referencial teórico da área sejam efetivamente transpostas para salas de aula. Nossas discussões são exemplificadas a partir de uma unidade didática sobre plásticos, destinada a estudantes de química do ensino médio (16-17 anos). Assim, buscamos evidenciar como a pesquisa em Educação em Ciências pode influenciar a prática docente e a aprendizagem dos estudantes.

PALAVRAS CHAVE: modelagem, argumentação, ensino de ciências.

OBJETIVOS: Considerando a importância de ações que aproximem a pesquisa conduzida na área de Educação em Ciências das salas de aula de ensino básico, neste trabalho, caracterizamos e discutimos aspectos que devem ser levados em conta na elaboração de atividades de modelagem e na condução das mesmas pelo professor de forma que a participação nessas atividades contribua mais efetivamente para que estudantes desenvolvam habilidades argumentativas.

INTRODUÇÃO

Na literatura, *modelagem* tem sido considerada como um processo dinâmico de produção, modificação, abandono e uso de modelos na ciência (Nersessian, 2008). Por isso, modelagem tem sido reconhecida como uma prática epistêmica, isto é, como um conjunto de ações que resulta na produção de conhecimentos (NRC, 2012).

Na área de Educação em Ciências, a literatura tem enfatizado a importância de que os estudantes aprendam não só o conteúdo científico, mas também sobre como a ciência é conduzida (Hodson, 1992), ou, em outras palavras, que o ensino de ciências seja mais *autêntico* (Gilbert, 2004). Nesse sentido, a introdução de atividades de modelagem no ensino – o que a literatura em língua inglesa chama de *modelling-based teaching* (MBT) – pode dar uma contribuição significativa (Gilbert e Justi, 2016). Entretanto, a extensão desta contribuição depende tanto da visão de modelagem quanto da de MBT adotada e efetivamente implementada nas salas de aula.

Apesar de reconhecermos que existem várias visões para modelagem, neste trabalho adotamos uma que foi publicada recentemente e nos parece bastante completa por caracterizar a modelagem a partir tanto dos elementos e subprocessos envolvidos em diversas etapas quanto dos processos cognitivos requeridos para a execução das mesmas. Tal visão, denominada Diagrama Modelo de Modelagem (DMM, Gilbert e Justi, 2016), é representada de forma simplificada na figura 1.

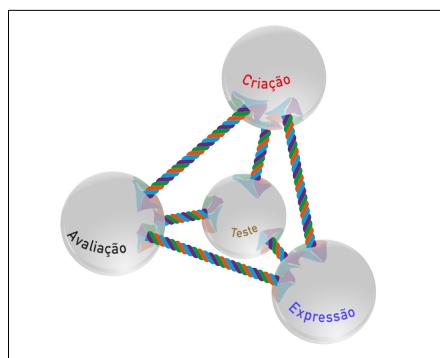


Fig.1. Diagrama Modelo de Modelagem (Gilbert e Justi, 2016, p. 36)

De acordo com o DMM, a modelagem é um processo dinâmico e não linear, aspecto evidenciado pela representação em formato de tetraedro, figura em que todos os vértices são equidistantes e que pode ser girada em qualquer sentido sem que o entendimento da relação entre esses vértices se modifique. Isto significa que todas as etapas e processos presentes no DMM são necessários e inerentes à construção de um modelo, mas não ocorrem em uma ordem fixa. Em síntese, o processo ocorre a partir da criação de um proto-modelo que é expresso (a partir de quaisquer dos modos de representação); testado (empírica ou mentalmente) e, se necessário, pode ser modificado; e tem sua abrangência e limitações avaliada quando utilizado em contextos distintos daquele que o originou.

Para os objetivos deste trabalho, mais importante do que as etapas são os processos cognitivos que permeiam a realização das mesmas e que estão representados na figura 1 pelos fios que constituem a corda que compõe as arestas do tetraedro. São eles: o raciocínio analógico, as representações imagéticas, os experimentos mentais (Nersessian, 2008) e a argumentação. Estes processos cognitivos foram representados assim, pois Gilbert e Justi (2016) defendem que eles permeiam todas as etapas da modelagem. Particularmente no caso da argumentação – foco deste trabalho – ela permeia todo o processo de discussão de ideias distintas que ocorrem em todas as etapas da modelagem uma vez que justificar adequadamente as afirmativas é essencial a fim de atribuir significados a um modelo e de convencer outros da validade do mesmo. Isto justifica nosso interesse em favorecer o desenvolvimento de habilidades argumentativas de estudantes quando da participação em atividades de modelagem. Neste trabalho, devido à limitação de espaço, restringiremos a discussão à habilidade de elaborar argumentos (aqui entendidos como afirmativas acompanhadas de justificativas sustentadas por evidências, Jiménez-Aleixandre, 2010) empregada com dois objetivos distintos: justificar e persuadir.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Visando caracterizar como a elaboração de argumentos para justificar uma ideia ou persuadir alguém do valor da mesma pode ser utilizada e/ou desenvolvida em contextos de MBT fundamentados no DMM, partimos de alguns relacionamentos teóricos estabelecidos por Gilbert e Justi (2016) e discu-

timos como eles foram considerados na elaboração de partes de uma unidade didática sobre plásticos. Além disso, considerando uma aplicação preliminar das atividades em uma sala de aula feita por uma professora colaboradora, destacamos possíveis ações do professor ao conduzir essas atividades em sala de aula. Tais ações foram identificadas como as que contribuíram para que os alunos se engajassem em situações argumentativas. As relações estabelecidas neste trabalho foram validadas a partir de discussões com pesquisadores da área de Educação em Ciências que trabalham com MBT e professores de ensino básico que já utilizaram MBT em suas aulas.

DISCUSSÃO

De acordo com Gilbert e Justi (2016), para que um argumento seja produzido para justificar uma ideia ou convencer alguém de sua validade, é necessário que o sujeito seja capaz de: identificar evidências; diferenciar evidências de causas; pensar criticamente sobre evidências; elaborar justificativas a partir de relacionamentos claros e coerentes entre evidências e afirmativas; elaborar analogias que possam ser usadas como parte de justificativas; e usar linguagem científica (verbal ou outra) adequada na expressão do argumento. Assim, se esperamos que atividades de modelagem favoreçam a elaboração de argumentos, é essencial que todas essas práticas sejam fomentadas nessas atividades.

As atividades de modelagem que elaboramos para o tema plásticos têm como objetivos gerais (i) contribuir para que os estudantes sejam capazes de explicar algumas propriedades de tipos diferentes de plásticos a partir de modelos para suas estruturas e, considerando este conhecimento, (ii) propor soluções para problemas decorrentes da ampla utilização de plásticos no mundo contemporâneo.

Para tanto, em uma das atividades iniciais, eles fazem previsões sobre o comportamento de dois tipos de plásticos diferentes (sacola de supermercado e carcaça de TV) frente a duas situações (tentativa de dobrar o material e seu aquecimento); observam esses comportamentos; e discutem as possíveis diferenças entre previsões e observações. Assim, eles podem obter informações que os auxiliem na elaboração de modelos para a estrutura dos materiais plásticos. Nesta atividade, eles são solicitados a justificar as previsões e a discutir as possíveis diferenças entre previsões e observações, isto é, são explicitamente solicitados a identificar e pensar criticamente sobre evidências e a elaborar justificativas para suas ideias. Isto é feito sem a utilização inicial da palavra evidência, a fim de que os estudantes não deixem de discutir as possíveis diferenças por não entenderem o significado desta palavra. Entretanto, durante a discussão, o professor pode, a partir das respostas, introduzir a palavra e começar a discutir seu significado.

Na atividade seguinte, os estudantes: elaboraram e expressam modelos para explicar os comportamentos observados pelos dois tipos de plástico; justificam os materiais utilizados na expressão do modelo; utilizam o modelo para explicar tais comportamentos; e respondem como convenceriam os colegas de que seu modelo é o mais adequado para explicar os fenômenos observados. Assim, nesta atividade os estudantes podem vivenciar várias etapas da modelagem. Nesses momentos, eles argumentam principalmente (i) durante a elaboração do modelo consensual do grupo, isto é, quando cada estudante expõe suas ideias e as discute com os colegas visando construir um único modelo a ser defendido pelo grupo; e (ii) visando persuadir os colegas de outros grupos de que seu modelo é o melhor. Em ambos os casos, os argumentos tendem a ser bem-sucedidos se eles analisam criticamente as evidências observadas no experimento e as relacionam de forma clara.

Nesse sentido, além de as questões da atividade favorecerem a ocorrência de situações nas quais os alunos necessariamente devem elaborar argumentos, é essencial que ocorram algumas ações por parte do professor. Durante a elaboração do modelo de cada grupo, o professor deve conferir se os estudantes entenderam o objetivo da atividade e esclarecer possíveis dúvidas. Em seguida, caso o professor perceba

que os estudantes não elaboraram justificativas adequadas para seus modelos, pode questionar, por exemplo: O que vocês observaram que os levou a pensar neste modelo? Como vocês interpretaram essas observações? Por que vocês acham que este modelo explica o comportamento dos materiais? Além disso, caso os estudantes não tenham considerado alguma evidência importante, o professor pode questionar por que eles não utilizaram aquela evidência na construção do modelo. Assim, evidências são destacadas como suporte de modelos.

Ainda em termos da elaboração e expressão do modelo, caso os estudantes tenham utilizado alguma analogia, o professor pode elaborar questões que favoreçam a discussão de aspectos como: Por que aquele domínio análogo foi selecionado para constituir a analogia? Quais relações estão sendo estabelecidas entre os dois domínios? Por que tais relações podem ser estabelecidas? Como a analogia contribuiu para a elaboração (ou a justificativa) do modelo? Desse modo, o professor poderá favorecer o entendimento tanto do significado e da importância do raciocínio analógico na modelagem quanto do papel que ele pode desempenhar na argumentação.

Após os estudantes terminarem a atividade, o professor solicita que eles socializem seus modelos para a turma. O objetivo é favorecer que eles vivenciem processos análogos aos da Ciência, em específico, os de comunicação e discussão do conhecimento científico. Além disso, este é um momento em que o modelo de um determinado grupo pode influenciar outro grupo a modificar, ou mesmo abandonar seu modelo inicial. Isso pode ocorrer a partir da identificação, por colegas da turma, de falhas ou incoerências nos modelos dos outros grupos a partir da análise das evidências.

Caso os estudantes tenham dificuldades em contrapor seu modelo ao do outro grupo, o professor pode interferir questionando, por exemplo: Por que seu modelo é mais coerente do que o do grupo X? Vocês acham que as evidências que obtivemos por meio dos procedimentos fornecem mais suporte ao seu modelo ou ao do grupo X? Por quê? Vocês pensaram em outras evidências que fornecem suporte ao seu modelo e não aos dos grupos X e Y? Quais? O objetivo é que os estudantes julguem quais modelos são os mais coerentes e elaborem bons argumentos para justificar suas opções. Destacamos que o professor deve ter cuidado para não classificar os modelos dos estudantes como corretos ou incorretos em relação ao modelo curricular, mas sim avaliar a coerência do modelo com a situação-problema e as evidências coletadas até o momento.

A avaliação dos modelos elaborados pelos estudantes é favorecida em uma atividade posterior, na qual eles são solicitados a utilizá-los para analisar o comportamento de um outro material polimérico – o pneu – e, a partir daí, discutir a abrangência e as limitações desses modelos. Nesta atividade, os estudantes vivenciam novamente situações em que devem analisar evidências e relacioná-las coerentemente em justificativas, favorecendo a utilização e/ou desenvolvimento dessas habilidades argumentativas. Além de questões análogas às apresentadas anteriormente, o professor pode também introduzir na discussão questões que favorecem a elaboração de argumentos relacionados com modelos e modelagem como, por exemplo: Você acredita que seu modelo explicaria qualquer comportamento dos plásticos? Você considera o modelo consensual da turma completo? O que você modificaria nesse modelo? Você acha que todos os modelos consensuais podem ser modificados? Por que há necessidade de se modificar modelos? A solicitação de justificativa para as respostas de todas essas questões pode contribuir para que os estudantes não só percebam que evidências não são somente empíricas (como as que utilizaram anteriormente), como também desenvolvam uma visão menos ingênua sobre o processo de produção do conhecimento científico.

Finalmente, é imprescindível que as atividades de modelagem sejam realizadas em grupo, situação em que os estudantes podem argumentar ao expressar suas ideias, discuti-las com os colegas, modificar suas visões e construir significados.

CONCLUSÕES

As discussões apresentadas neste trabalho mostram que não basta os autores de materiais didáticos afirmarem que o mesmo foi produzido a partir de um dado referencial teórico. A nosso ver, é essencial que os princípios básicos deste referencial sejam explicitados e “traduzidos” explicitamente em atividades ou partes específicas de atividades do material didático e que essa “tradução” seja explicitada aos professores. E, tão importante quanto isto, é essencial que os professores entendam o referencial teórico adotado; consigam visualizar como ele fundamenta o material; e planejem ações (algumas vezes diferentes das propostas pelos elaboradores do material) que contribuam para que os princípios básicos do referencial teórico sejam efetivamente vivenciados em sala de aula – como ocorreu com nossa professora colaboradora. Neste trabalho, evidenciamos como algumas atividades de uma unidade didática produzida para subsidiar o MBT, assim como as ações do professor na condução das mesmas, podem favorecer a vivência de situações que contribuam para que estudantes do ensino básico desenvolvam habilidades argumentativas ao participar de atividades de modelagem produzidas a partir do referencial teórico de Gilbert e Justi (2016). Esperamos que essas discussões possam orientar outros pesquisadores e professores interessados em estabelecer um relacionamento mais profundo entre a pesquisa em Educação em Ciências e a realidade das salas de aula.

REFERÊNCIAS

- GILBERT, J. K. (2004). Models and Modelling: Routes to a more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 115-130.
- GILBERT, J. K. e JUSTI, R. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education*. Basel, Switzerland: Springer International Publishing.
- HODSON, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 541-562.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (2010). *10 Ideas Clave: Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- NERSESSIAN, N. J. (2008). *Creating Scientific Concepts*. Cambridge: MIT.
- NRC. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

