

Contribuições do Ensino Fundamentado em Modelagem Envolvendo um Contexto Sociocientífico para a Aprendizagem de Estudantes

Contributions of Modelling-based Teaching Involving a Socio-scientific Context to Students' Learning

Monique Santos

Universidade Federal de Minas Gerais – Faculdade de Educação
moniquersqui@gmail.com

Laura Pimenta

Universidade Federal de Minas Gerais – Departamento de Química
laura.s.pimenta1@gmail.com

Rosária Justi

Universidade Federal de Minas Gerais – Departamento de Química e Faculdade de Educação
rjusti@ufmg.br

Resumo

É consensual na área de Educação em Ciências que a discussão de questões sociocientíficas pode contribuir para o engajamento e favorecer a reflexão de estudantes frente a um problema. Neste trabalho, analisamos possíveis contribuições do Ensino Fundamentado em Modelagem (EFM) envolvendo um contexto sociocientífico para a aprendizagem de estudantes do Ensino Médio. Os dados foram coletados durante o desenvolvimento de atividades de modelagem para a discussão do problema do acúmulo de plásticos. A coleta de dados envolveu observação, registro em áudio e vídeo, notas de campo e coleta de artefatos produzidos pelos estudantes. A identificação dos Índícios de Possibilidade de Aprendizagem (IPA) foi realizada a partir da análise das interações que ocorreram entre todos os sujeitos participantes ao longo do processo. Os resultados evidenciam contribuições do EFM envolvendo contexto sociocientífico para a aprendizagem de estudantes.

Palavras-chave: ensino de ciências, modelos e modelagem, questões sociocientíficas, aprendizagem

Abstract

It is consensual in the science education area that the discussion of socio-scientific issues can contribute to the students' engagement and to support their reflection on a problem. In this study, we analyse possible contributions from the Modelling-based Teaching (MBT) involving a socio-scientific context to High School students' learning. Data were collected during the

application of modelling activities designed to support the discussion of the problem resulted from the accumulation of plastics in the environment. Data collection involved: observation; audio and video recording; field notes; and collection of artefacts produced by students. The identification of the Indications of Possibility of Learning (IPL) was carried out from the analysis of the interactions that occurred between all the participants throughout the process. The results show aspects of MBT involving a socio-scientific context that contributed to students' learning.

Keywords: teaching of science, models and modelling, socio-scientific issues, learning

Introdução

Problemas socioambientais têm sido frequentemente utilizados em pesquisas na área de Educação em Ciências. Nesse sentido, pesquisadores da área têm investigado as contribuições da discussão dos mesmos no ensino de Ciências considerando não apenas aspectos normativos (interesse nos conceitos científicos), mas também descritivos (interesse nos contextos) (FRANCO; MUNFORD, 2018).

De acordo com Zeidler e colaboradores (2005), questões sociocientíficas (QSC) podem ser caracterizadas como problemas contextualizados (que levam em consideração os aspectos sociais, econômicos, ambientais, éticos, entre outros), complexos e controversos, sendo os conhecimentos científicos fundamentais para a compreensão e a proposição de possíveis soluções para tais problemas. A discussão de tais questões pode contribuir no engajamento e para favorecer a reflexão de estudantes frente a um problema real, possibilitando a tomada de consciência, o pensamento crítico e a tomada de decisão.

Nessa perspectiva, a pesquisa da qual se origina o recorte aqui apresentado tem como objetivo analisar se a promoção de uma situação de Ensino Fundamentado em Modelagem (EFM) envolvendo um contexto sociocientífico pode contribuir para a aprendizagem de estudantes tanto na perspectiva normativa quanto na descritiva.

Fundamentação Teórica

Neste estudo, entendemos modelos como artefatos epistêmicos e modelagem como um processo cíclico, complexo, criativo, não linear, não predeterminado e, portanto, dinâmico, tanto de elaboração e expressão de modelos, como de utilização dos mesmos na construção do conhecimento científico (GILBERT; JUSTI, 2016). Segundo os autores, tal processo envolve quatro etapas, que podem ocorrer em ordem variada, sendo elas: *criação*, *expressão*, *teste* e *avaliação*. Além disto, quatro processos cognitivos são observados: *criação de representações imagísticas*; *realização de experimentos mentais*; *uso de raciocínio analógico*; e *argumentação*.

Quando estudantes são envolvidos em todas estas etapas e processos cognitivos, caracteriza-se o Ensino Fundamentado em Modelagem (EFM). Geralmente, o foco de atividades de modelagem é em conteúdos científicos curriculares (perspectiva normativa). Entretanto, atividades de modelagem também podem se relacionar a contextos sociocientíficos, o que possibilita trabalhar com QSC (perspectiva descritiva).

Para analisar se tal ensino contribui para a aprendizagem de estudantes, nos baseamos em Vygotsky (1986). Isto porque o EFM caracteriza uma situação de ensino construtivista na perspectiva sociocultural, na qual a construção do conhecimento científico pode ocorrer por meio de interações entre os sujeitos envolvidos. Dessa maneira, destacamos a importância da interação do estudante no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que só será possível investigar se ocorreu aprendizagem a partir da mesma.

Além disso, segundo Vygotsky (1986), é nos momentos de interação que temos acesso aos Índícios de Possibilidades de Aprendizagem e Desenvolvimento (IPAD). Esses indícios são sinais manifestados pelo estudante que mostram que o mesmo formulou sentido ou significado para algo que antes não era claro. Toda vez que um estudante demonstra, por falas pontuais, diálogos, registros escritos ou mesmo gestos, que atribuiu significado para algo que está aprendendo, tais sinais são chamados de IPAD. A aprendizagem e desenvolvimento andam juntos no sentido de que, em meio às relações sociais o estudante se desenvolve intelecto e emocionalmente. Isto pode ser demonstrado, por exemplo, pela melhor forma de se expressar ou escrever, maior participação em grupo, melhor formulação de argumentos e melhor articulação de ideias. Neste trabalho, em função do recorte realizado, isto é, da restrição dos dados analisados, não discutimos indícios de desenvolvimento. Todavia, discutimos indícios de aprendizagem e, portanto, consideramos IPA.

Questão de Pesquisa

Neste trabalho, nosso objetivo é discutir a seguinte questão de pesquisa: Quais são as contribuições da participação de estudantes em EFM envolvendo um contexto sociocientífico para sua aprendizagem?

Aspectos Metodológicos da Pesquisa

Contexto

A pesquisa foi desenvolvida em duas turmas do 3º ano do Ensino Médio Regular de uma escola pública do sudeste do Brasil. Cada turma era composta por 40 estudantes, todos na faixa etária de 17-19 anos. Três pesquisadoras¹ (uma aluna de iniciação científica, uma de mestrado e uma de doutorado²) e a professora regente de Química das turmas participaram da mesma. Apesar da experiência da professora com o EFM, os estudantes de tais turmas não tinham vivenciando atividades de modelagem até aquele momento.

Desenvolvimento

A fim de investigar a questão de pesquisa, um conjunto de atividades de modelagem, cuja temática era plásticos, foi elaborado anteriormente por nosso Grupo de Pesquisa. O tema foi escolhido por estar envolvido em relevantes problemas socioambientais e estar presente na vida dos estudantes. Além disso, ele poderia favorecer os processos de ensino e aprendizagem de aspectos científicos e sociocientíficos.

Tal conjunto de atividades foi dividido em três momentos principais: (i) Modelagem Cotidiana (Atividades 1-3), com objetivo de ajudar os estudantes a entender o significado de modelos e

¹ Sendo duas delas autoras deste trabalho.

² Optamos por utilizar os códigos PQ1, PQ2 e PQ3 respectivamente para nos referirmos às pesquisadoras.

do processo de modelagem, de maneira lúdica e mais simples se comparada à das próximas atividades; (ii) Modelagem Científica (MC, Atividades 4-8), com objetivo de trabalhar conteúdos científicos (por exemplo, propriedades dos materiais, transformações físicas e químicas, ligações químicas e interações intermoleculares) a partir da investigação do comportamento de diferentes materiais plásticos (sacola comum de supermercado, carcaça de TV e pneu) quando submetidos à tentativa de dobrar e ao aquecimento; e (iii) Modelagem Sociocientífica (MSC, Atividades 9-12), com objetivo de discutir o problema do acúmulo de plásticos em uma comunidade fictícia, de modo que os estudantes precisassem recorrer aos conhecimentos construídos ao longo da MC, bem como levar em consideração aspectos sociais, econômicos, ambientais, éticos, entre outros, para propor possíveis soluções para o problema.

Todas as atividades foram planejadas de maneira a favorecer a participação dos estudantes em todas as etapas e processos cognitivos da modelagem e em discussões *sobre* Ciências. Para tanto, ao longo do desenvolvimento de todas as atividades, os estudantes foram organizados em grupos de 5-7 integrantes, dada a relevância das interações sociais na construção do conhecimento científico.

Coleta de Dados

Todas as aulas (9 encontros de 100 minutos cada) foram observadas pelas pesquisadoras e registradas em áudio e vídeo (BELEI; GIMENIZ-PASCHOAL; NASCIMENTO; MATSUMOTO, 2008). Tais registros nos permitiram revisitar as gravações e filmagens das aulas, quando necessário, para aumentar a confiabilidade da análise.

Além da observação e do registro em áudio e vídeo, foram realizadas notas de campo pelas pesquisadoras, coleta de artefatos³ e intervenções com os estudantes para ajudar na validação das análises e para ter maior acesso às ideias dos mesmos quando, durante as aulas, elas não foram devidamente explicitadas.

Todas as autorizações necessárias para a coleta dos dados e divulgação dos resultados foram obtidas junto à escola, à professora, aos estudantes e aos seus responsáveis. Sendo coerente com as mesmas, neste trabalho, utilizaremos códigos do tipo En, onde n é um número aleatório, para identificar os estudantes.

Análise de Dados

Em função do volume de dados coletados ao longo de todo o processo, neste trabalho escolhemos os dados de um dos grupos devido à maior assiduidade de seus integrantes. Para organizar os dados e facilitar o processo de análise, as pesquisadoras escutaram os áudios e assistiram os vídeos deste grupo, a fim de descrever todo o processo e transcrever literalmente as falas dos estudantes de maneira situada ao longo da descrição. Além disso, o registro por escrito das atividades realizadas pelo grupo, seus desenhos digitalizados, as fotografias de seus modelos concretos e, quando necessário, as notas de campo redigidas pelas pesquisadoras também foram anexadas de maneira situada ao longo da descrição.

De posse do texto da descrição de todo o processo, e considerando o referencial teórico adotado, identificamos os momentos de interação entre professor-estudante, pesquisador-estudante e estudante-estudante, assim como alguns IPA daqueles estudantes. O relacionamento dos mesmos com as características e objetivos de cada parte das atividades sustentou a discussão da questão de pesquisa. Neste trabalho, devido à limitação de espaço, apresentamos apenas alguns dos resultados que sustentam tal discussão.

³ Os modelos concretos e desenhos elaborados pelos estudantes.

Resultados e Discussão

A Atividade 9 – Tentando resolver o problema do acúmulo de plásticos – foi dividida em duas partes: a primeira envolveu a leitura de um texto narrativo sobre uma assembleia geral de uma escola, junto da comunidade, com objetivo de discutir o problema de acúmulo de plásticos na mesma; a segunda envolveu a criação e expressão de um modelo, que compreendesse a solução para o problema do acúmulo de plásticos na comunidade.

Para a primeira parte, após a entrega do texto, a professora (P) sugeriu que os estudantes escolhessem os personagens que gostariam de representar no momento da leitura conjunta. Eles adoraram a ideia e alguns quiseram representar mais de um personagem. Ao término da leitura, P perguntou se eles haviam gostado do texto. Eles responderam que sim, além de citarem alguns exemplos de situações similares àquelas apresentadas que ocorriam em seus bairros. Tais exemplos vão ao encontro de nossa justificativa pela escolha do tema plásticos, pois queríamos discutir uma temática que nos possibilitasse trabalhar com QSC e que fosse familiar aos estudantes por acreditarmos, assim como Zeidler e colaboradores (2005), que isso poderia influenciar no interesse e, conseqüentemente, no engajamento dos mesmos com as atividades.

Na segunda parte, relacionada às etapas de *criação* e *expressão* de um proto-modelo, P leu o comando da atividade e perguntou se os estudantes concordavam com a posição defendida pela personagem do texto, de que a reciclagem poderia ser uma solução para o problema do acúmulo de plásticos, e solicitou justificativas. Antes mesmo do início das atividades de MSC, os estudantes haviam apontado vantagens e desvantagens relacionadas à proposição da personagem do texto e destacado alguns aspectos como, por exemplo, a necessidade de um trabalho coletivo, investimentos por parte do governo e conscientização da população. Tais aspectos evidenciam que a temática possibilitou aos estudantes realizar discussões *sobre* Ciências.

Ao longo do desenvolvimento da segunda parte da Atividade 9, identificamos alguns IPA, de acordo com a perspectiva de Vygotsky (1986). Por exemplo, ao passar pelo grupo, PQ1 percebeu que os estudantes estavam confundindo os conceitos de reciclagem e reutilização, mesmo depois de P ter discutido as diferenças no início daquela aula. Como os estudantes precisavam entender tais conceitos para decidir qual material (sacola comum de supermercado, carcaça de TV ou pneu) seria ideal para a proposição de modelos que solucionassem o problema do acúmulo de plásticos a partir da reciclagem, ela relembrou o conceito de reciclagem mecânica e perguntou qual dos materiais plásticos estudados por eles ao longo da MC poderia ser reciclado. E1 respondeu que era a sacola e PQ1 perguntou o porquê. E2 respondeu que era porque aquele material plástico “derretia”.

Após a intervenção de PQ1, E3 perguntou aos colegas se o grupo não poderia escolher a carcaça de TV. Pela entonação de sua voz, inferimos que ela realmente estava com dúvida. Naquele momento, E4 respondeu que não, e justificou que a carcaça de TV não “derretia”, resposta que foi completada por E2 ao falar que tal material poderia ser reutilizado.

Em outro momento, E4 chamou PQ3 para que a mesma explicasse melhor as outras questões presentes na atividade. Mas, antes disso, PQ3 procurou entender mais sobre o modelo que o grupo havia proposto (que previa a produção de um novo material a partir da reciclagem das sacolas comum de supermercado) e perguntou se tal material não poderia ser utilizado para fazer carcaças de TV e pneus. Os estudantes responderam que não e justificaram de acordo com a presença e/ou ausência de interações intermoleculares e ligações químicas entre as macromoléculas constituintes de cada um dos materiais plásticos. Em seguida, PQ3 perguntou o que poderia ser feito com as novas sacolas de supermercado feitas a partir do material

resultante da reciclagem das sacolas comum de supermercado usadas e os estudantes responderam que as mesmas poderiam ser vendidas. E4 completou destacando que o dinheiro arrecadado com a venda de sacolas poderia ser utilizado para melhorias na infraestrutura da comunidade, bem como para fazer propagandas que promovessem a conscientização sobre o problema de acúmulo de plásticos, não apenas da comunidade, mas da sociedade de maneira geral.

Ao longo da Atividade 10 – Seu modelo resolve o problema do acúmulo de plásticos? – também identificamos alguns IPA. Tal atividade, relacionada à etapa de *teste*, visava que os estudantes testassem seus modelos verificando se eles atendiam ou não aos objetivos para os quais foram elaborados. Depois de todos os grupos finalizarem a atividade, P solicitou que os mesmos socializassem seus modelos, reformulados ou não, para toda a turma. Em seguida, P perguntou para os integrantes do grupo se havia algum modelo da turma que conseguia solucionar os problemas acarretados pelo acúmulo de todos os materiais plásticos que foram investigados ao longo da MC. E4 respondeu que não, pois todos os modelos propostos se basearam na reciclagem das sacolas comum de supermercado, visto que os outros materiais plásticos não fundiam e, por isso, não poderiam ser reciclados. Nesta resposta, identificamos uma mudança na linguagem de E4 ao usar o termo “fundiam” no lugar de “derretiam”, termo usado por ela na Atividade 9.

Conclusões e Implicações

Retomando os objetivos para a proposição das atividades que constituíam a MSC, podemos concluir que todos foram contemplados. Isto porque, ao se discutir o problema do acúmulo de plásticos, foi preciso que os estudantes recorressem aos conhecimentos construídos ao longo da MC, contemplando a perspectiva normativa; bem como levassem em consideração aspectos sociais, econômicos, ambientais, éticos, entre outros, para propor possíveis soluções para o problema, contemplando a perspectiva descritiva (FRANCO; MUNFORD, 2018).

De acordo com os dados aqui apresentados, foi possível perceber que, mesmo após os estudantes terem vivenciado o EFM no contexto científico, eles ainda usavam o termo “derreter” em detrimento de “fundir”, além de confundirem os conceitos envolvidos (por exemplo, reciclagem com reutilização). As evidências que dão suporte a tal afirmativa estão relacionadas a alguns momentos da MSC em que os estudantes ainda apresentaram dificuldades e usaram termos menos adequados para explicar suas ideias. Contudo, ao longo dessas atividades, mais especificamente a partir das interações entre professor-estudante, pesquisador-estudante e estudante-estudante, foi possível identificar evidências de que os conceitos, antes confusos, foram compreendidos e utilizados de forma adequada, caracterizando os IPA a partir da perspectiva de Vygotsky (1986).

Diante disso, concluímos que apenas a participação na MC não foi suficiente para promover o aprendizado dos estudantes em relação a alguns conceitos científicos, pois somente nas atividades da MSC pudemos identificar alguns IPA. Portanto, recomendamos e ressaltamos a importância do EFM envolvendo contextos sociocientíficos. Na situação aqui analisada, isto contribuiu não apenas para a aprendizagem de estudantes em relação a alguns conceitos científicos, como também para que os mesmos se engajassem nas atividades e, conseqüentemente, interagissem com os demais indivíduos, participando de todas as etapas do processo de modelagem a fim de propor possíveis soluções para um problema. E, ainda, favoreceu a reflexão de estudantes frente a um problema real que ocorria em seus bairros, favorecendo o pensamento crítico sobre o mesmo.

Assim, as contribuições do EFM em contexto sociocientífico foram, principalmente, as maiores possibilidades de aprendizagem para os estudantes, uma vez que, a partir das atividades de MSC, eles mostraram indícios mais significativos em relação à aprendizagem dos conceitos trabalhados.

Agradecimentos e apoios

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, à CAPES e ao CNPq.

Referências Bibliográficas

BELEI, R. A.; GIMENIZ-PASCHOAL, S. R.; NASCIMENTO, E. N.; MATSUMOTO, P. H. V. R. O Uso de Entrevista, Observação e Vídeo gravação em Pesquisa Qualitativa. *Cadernos de Educação*, v. 30, p. 187-199, 2008.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Investigando Interações Discursivas em Aulas de Ciências: Um “Olhar Sensível ao Contexto” sobre a Pesquisa em Educação em Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 1, p. 125-151, 2018.

GILBERT, J. K.; JUSTI, R. *Modelling-based Teaching in Science Education*. Switzerland: Springer International Publishing, 2016.

VYGOTSKY, L. S. *Thought and Language*. Cumberland: MIT Press, 1986.

ZEIDLER, D.; SADLER, T. D.; SIMMONS, M. L.; HOWES, E. V. Beyond STS: A Research-based Framework for Socioscientific Issues Education. *Science Education*, n. 89, p. 357-377, 2005.