

IMPORTÂNCIA DE MODELOS E MODELIZAÇÕES NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS POR INVESTIGAÇÃO: ANÁLISE DE PRÁTICAS EM UM LICEU FRANCÊS

Helaine Haddad Simões Machado ; René Lozi ; Nicole Biagioli

Université de Nice Sophia Antipolis, helainehaddad@yahoo.com.br

Introdução

O ensino de ciências naturais por investigação vem ganhando força nas salas de aula por motivar os alunos, estimular a autonomia e a atitude científica. Mesmo se situações a-didáticas são desejadas nesta metodologia pedagógica, o papel do professor é essencial no sentido de conduzir seus alunos a uma aprendizagem sólida e duradoura. Modelos e modelizações são possibilidades promissoras como estratégias educativas de ciências neste contexto, mas só serão efetivas se o professor for capaz de associá-las aos recursos teóricos necessários para a aprendizagem completa e adequada ao grau de aprofundamento exigido em cada nível de ensino.

Modelos são interpretações do real que facilitam a apropriação e a construção de saberes científicos. A modelização, construção de um modelo, é um procedimento importante em didática, pois amplia o espaço de participação e de reflexão com tomada de decisão dos alunos, estimulando a atitude investigativa. Como nos explica Orange (2007), os saberes em ciências naturais estão ligados à problemas explicativos, ou seja, à busca de explicação e de caracterização de fenômenos. Isso pode se traduzir pelo fato de que eles articulam pelo menos dois registros: o registro empírico, o dos fatos e fenômenos a explicar, e o registro dos modelos, onde as explicações são desenvolvidas.

Nos últimos anos, segundo Duso *et al.* (2013), a modelização vem sendo apontada como uma alternativa educacional vantajosa para o ensino de ciências naturais. No entanto, no ensino de biologia, por exemplo, a modelização ainda não alcançou o mesmo espaço que possui na matemática e na física, talvez devido à natureza conceitual dessas diferentes áreas do conhecimento. Os modelos e as teorias físicas e matemáticas estão fortemente relacionados com regularidades fenomenológicas, que resultam em descrições matemáticas, menos presentes na biologia. Na França, segundo Orange-

Ravachol (2017), modelos e modelizações são considerados no ensino de ciências naturais, de nível fundamental e médio, com o objetivo de fazer os alunos gostarem da disciplina, de cumprir com suas expectativas, de garantir a instauração de progressividade e coerência ao conjunto das aprendizagens.

Boilevin (2014) constata que o ensino de ciências por investigação vem sendo objeto de reflexões institucionais à nível internacional há alguns anos, mas a introdução desta abordagem nos programas oficiais do ensino médio francês (liceu) vem sendo aplicada efetivamente desde 2006. Situações didáticas da abordagem investigativa são analisadas em diversos artigos (Lhoste *et al.*, 2007; Orange, 2007 e Orange-Ravachol, 2017), onde são evidenciadas as funções heurísticas dos modelos, bem como seus limites e a importância da autonomia no processo de aprendizagem por esta via, destacando-se que se trata de plena interação dos estudantes com seus meios – exterior e interior – este último composto em parte pelo conjunto de conhecimentos pré-adquiridos.

A reflexão sobre o papel dos modelos, associados às atividades experimentais na classe de ciências, pode contribuir para o avanço da concepção de novos programas. Este trabalho tem, portanto, o objetivo de responder à seguinte questão: Modelos e modelizações no ensino de ciências naturais baseado em investigação ajudam os alunos a melhor integrarem os conteúdos científicos?

Metodologia

Este estudo baseou-se em um estágio de mestrado profissional de 114h realizado em 2017 no estabelecimento de ensino médio público francês *Lycée Honoré d'Estienne d'Orves*, (Nice-França), o qual acolhe mais de dois mil estudantes preparando-os, em tempo integral, para o exame de admissão do ensino superior. Foram observadas e registradas em um diário de bordo 40 aulas de Ciências da Vida e da Terra (*Sciences de la Vie et de la Terre – SVT*), matéria cujos conteúdos correspondem aos da biologia e da geologia, ensinadas separadamente no Brasil. No sistema de ensino francês, os estudantes podem optar por uma das três especialidades – Científica, Econômico-Social e Literária – desde a primeira série do ensino médio. Os cursos puramente expositivos (abordagem tradicional) eram ministrados para turmas inteiras, onde havia de 28 a 36 alunos, e estes representaram 15% (6/40) das aulas, tendo 50 min. de duração. Já a maior parte dos cursos (85%), com abordagem de investigação, eram ministrados para meia-idade a cada vez (14 a 18 alunos) e variavam entre 50 min. e 1h50 de duração. Em todas as aulas com este funcionamento os professores propuseram modelos ou a construção destes, para facilitar a aquisição dos saberes científicos.

Este trabalho centra-se, portanto, em uma análise qualitativa focalizada na problemática central da utilização de modelos e da modelização como estratégia para otimizar a apropriação dos saberes científicos pelos estudantes a partir de uma posição mais autônoma, prática, ativa e investigativa.

Para esta discussão foram escolhidas três aulas, cujos temas são os seguintes: Aula 1 (2ª série): “*Sistema reprodutivo masculino*”; Aula 2 (3ª série): “*Formação de uma cadeia de montanhas*” e Aula 3 (3ª série): “*Reação inflamatória, manifestação da imunidade inata*”. Estas escolhas se justificam pelos diferentes resultados obtidos a partir de diferentes tipos de situação didática.

Resultados e Discussão

A Aula 1 teve como proposta o processo de modelização, ou seja, a construção de um modelo pelos alunos, para interpretação das suas impressões sensoriais de uma realidade complexa, a visualização de uma lâmina histológica ao microscópio. Para resolver a situação-problema «*Como a produção de espermatozoides e a secreção de testosterona é controlada?*» os alunos dispunham de uma preparação de tecido testicular de rato e a solução consistia na compreensão da organização e função das células visualizadas. Para tal, a elaboração de um modelo que pudesse representar de forma mais simples o objeto estudado no microscópio constituía a atividade prática proposta (Fig. 1).

No primeiro momento desta aula de 1h50, os alunos exploraram diretamente as imagens microscópicas, escolheram e reproduziram os campos de imagens através de desenhos e fotografias, construindo sua própria versão representativa do que era visto, para identificar e nomear as células (espermatogônias, células de Sertoli, células de Leydig), descritas no texto teórico. Em um segundo momento, a professora forneceu o seu próprio modelo para interpretação, o que, de fato, propiciou o acesso cognitivo necessário para a compreensão do funcionamento fisiológico e sistêmico do órgão.

Foi interessante notar que as noções conceituais foram co-construídas entre alunos e professor, a partir de um momento importante de trabalho autônomo (situação a-didática ou do movimento próprio, proposta por Guy Brousseau e citada em Orange, 2007). Um trecho da fala da professora em um momento mais avançado da aula ilustra claramente as etapas do pensamento científico desejado como objeto de aprendizagem, «*observa-se/sabe-se/deduz-se*»:

« Observamos que a coloração escura que indica a presença de uma enzima responsável pela síntese de testosterona se encontra no meio intersticial. Sabemos que neste meio existem células de Leydig. Então podemos deduzir que estas células fabricam a testosterona. »

A aula se desenvolveu em um bom ritmo e todos os alunos conseguiram finalizar a tarefa. As atividades desenvolvidas, desde a observação microscópica até a nomeação das estruturas, seguida da explicação de suas formas e localizações, durante o processo de modelização, facilitaram com êxito as apropriações. Duso *et al.* (2013) analisaram uma atividade didática de modelização da anatomia do corpo humano, no contexto macroscópico, que da mesma forma, propiciou com sucesso uma clara relação entre o teórico e o real.

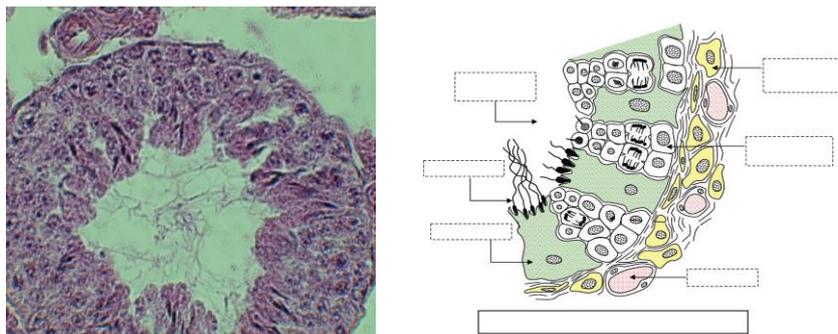


Figura 1. Imagem de tubo seminífero em corte transversal observada em microscópio óptico (x400), capturada e posteriormente legendada por um aluno (esq.) e modelo representacional utilizado como atividade e instrumento de transposição didática (dir.)

A Aula 2 utilizou um modelo físico e analógico (representação simplificada de um fenômeno geológico) que permitia variar os parâmetros da experiência e explicar seu funcionamento. A problemática era a de verificar se as deformações do terreno na formação de montanhas recentes como os Alpes são consequentes dos movimentos tectônicos no contexto de convergência que induzem, em seguida, uma compressão. Para tal, os alunos dispunham do material para reproduzir um modelo consensual proposto pelo professor e não construído por eles, capaz de simular a compressão (Fig. 2). Em seguida, a intervenção didática consistiu na explicação do fenômeno a partir de conceitos e teorias já conhecidas, afim de permitir a compreensão da atividade tectônica que é invisível aos humanos por ocorrer em períodos milhares de vezes maior que o tempo de vida humana.

Um aspecto marcante nesta aula foi a prática da tentativa e erro pelos alunos, tentando prever os resultados que seriam validados ou refutados, e fazer suas escolhas: molhar ou não a massa, pressionar mais ou menos para moldar a massa antes de mover o dispositivo compressor, alternar ou não as cores das camadas. Tudo isso estimulava o planejamento e o espírito investigativo, incitando-os a pensar ainda que tudo que é construído em ciência pode ser desmontado, corrigido e remontado.

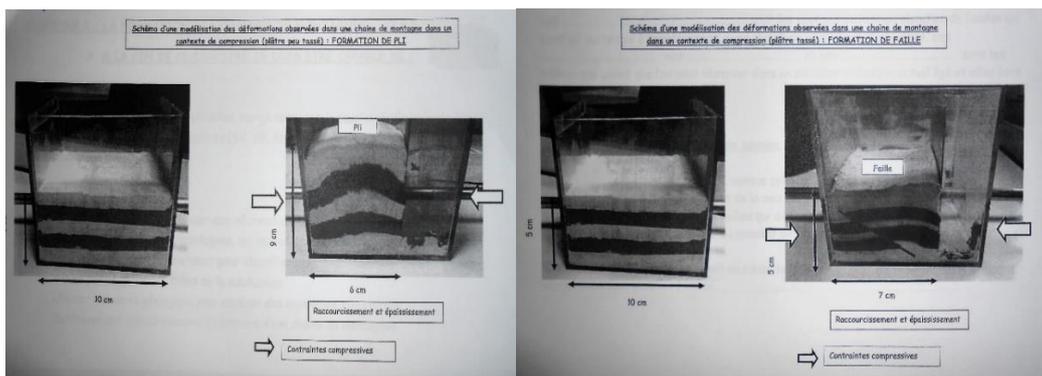


Figura 2. Modelo das deformações tectônicas – Pli e Falha Inversa – antes e após convergência.

Podemos pensar que a prática sensorial favorece, provavelmente, a integração dos saberes e pode ser justamente por isso que ela ganha espaço de mais a mais nesta época pós-moderna que demanda urgência, velocidade e eficácia, caminhando lado a lado com o risco da superficialidade dos resultados rápidos. Orange-Ravachol (2017) constata que o nível de sofisticação de um modelo influencia a qualidade do conhecimento que será adquirido. Além disso, a garantia de uma aprendizagem eficaz depende da explicação clara das diferenças entre o modelo e o fenômeno real.

A Aula 3 consistiu em uma tentativa de utilização de um modelo para realizar uma experiência de observação de um outro fenômeno biológico microscópico, a fagocitose. O objetivo era conhecer as características e compreender os efeitos de uma reação inflamatória aguda. Foram trabalhados conceitos como vasodilatação e diferentes tipos de células imunitárias. O desafio prático era executar a extração do líquido celomático de um anelídeo (minhoca) por capilaridade, através de uma manipulação precisa utilizando pipeta fina. E em seguida, realizar a preparação de lâmina para microscópio com a adição de células vivas de levedura, que ao entrarem em contato com os macrófagos seriam por estas células fagocitadas. Esta aula certamente ajudou o desenvolvimento de habilidades técnicas, mas o mecanismo da fagocitose não foi observado por todos os alunos.

Provavelmente as condições do modelo-lâmina (tempo de extração, temperatura, tipo de células) não estavam adequadas ou muito distantes do que ocorre no processo natural. Dado o grau de dificuldade da experiência, a professora recorreu, então, à projeção de uma animação disponível na internet, resultado bem-sucedido que justificava o modelo, para atingir o objetivo de visualizar o mecanismo de defesa em ação. Como não podemos vê-lo dentro do organismo, ficou claro para os alunos a necessidade do modelo para reproduzir e explicar um fenômeno a partir de conceitos e teorias já sabidas, bem como as dificuldades de sua execução, exatamente como acontece com os cientistas.

Esta aula mostrou, o que está de acordo com o que enfatiza Orange (2007), que o professor pode transformar conteúdo em problematização, da mesma forma que pode aproveitar um problema para construir conhecimento. Ao fornecer acesso à construção dos saberes feita pelos cientistas através da dialética experimentação-modelização, o professor evita que estes saberes sejam reconhecidos como verdades inatingíveis.

Conclusões

No ensino de ciências, os modelos são importantes porque selecionam os parâmetros mais relevantes do fenômeno a ser estudado. Da mesma forma, as modelizações são importantes pois aproximam os alunos do método hipotético-dedutivo.

Estas atividades, porém, só têm valor de ultrapassar a simples e atrativa perspectiva empírica do ensino por investigação e permitir aos alunos de avançarem, se estiverem bem inseridas no contexto do triângulo didático professor – aluno - modelo/modelização (especificação do modelo de Houssaye: professor - aluno – saber), o que evoca que o saber resulta de uma co-construção aluno/professor.

Agradecimento especial à Céline Brémont, professora e coordenadora da disciplina SVT do liceu.

Referências Bibliográficas

BOILEVIN, J. M. *La place des démarches d'investigation dans l'enseignement des sciences*. In : Grangeat, M. (Éd.), *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation. Des formations et des pratiques de classe*. Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble, 2014.

DUSO, L., CLEMENT, L., PEREIRA, P.B., ALVES FILHO, J.P. Modelização: uma possibilidade didática no ensino de biologia. *Revista Ensaio*, v.15, n.2, p. 29-44, 2013.

HOUSSAYE, J. *Le triangle pédagogique*, Berne : Peter Lang, 1998.

LHOSTE, Y., PETERFALVI, B., ORANGE, C. *Problématisation et construction de savoir en SVT: quelques questions théoriques et méthodologiques*. *Actualité de la Recherche en Education et en Formation*, Symposium «Apprentissages, problématisations et savoirs», Strasbourg, 2007.

ORANGE, C. Quel milieu pour l'apprentissage par problématisation en sciences de la vie et de la terre? *Éducation et didactique*, v.1, n.2, p.37-56, 2007.

ORANGE-RAVACHOL, D. *Problèmes, modélisations et modèles dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences de la nature à dimension historique : le cas des sciences de la vie et de la Terre (SVT)*. Tréma. Disponível em <<http://trema.revues.org/3508>> Acesso em 03 Fev. 2017.