ISSN: 2358-8829

GAMIFICAÇÃO E OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NO ENSINO DE MATEMÁTICA: DIÁLOGOS COM GASTON BACHELARD

Adriana Michele de Almeida Souza[1]

Amanda Cristina Faria[2]

Márlon Caetano Ramos Pessanha [3]

INTRODUÇÃO

A gamificação tem ocupado lugar crescente nas discussões sobre metodologias de ensino, particularmente na Educação Matemática. Ao incorporar elementos de jogos a situações educativas que não se constituem, necessariamente, como jogos completos, essa abordagem pode mobilizar desafios, regras, percursos de progressão e devolutivas sobre as ações realizadas pelos estudantes (Fadel et al., 2014; Busarello, 2016). Seu uso, contudo, não deve ser interpretado automaticamente como sinônimo de aprendizagem conceitual: participar de uma atividade, conquistar pontos ou concluir fases não significa, por si só, compreender as relações matemáticas que sustentam uma solução.

Esse cuidado torna-se especialmente relevante quando se observam dificuldades persistentes na construção de conceitos matemáticos. Muitas respostas inadequadas não decorrem simplesmente de distração ou desconhecimento. Podem expressar modos de pensar que se mostraram eficazes em experiências anteriores, mas se tornaram insuficientes diante de novas situações. Tal interpretação aproxima a aprendizagem matemática da epistemologia de Gaston Bachelard, para quem a constituição do conhecimento científico demanda crítica, retificação e superação de obstáculos internos ao próprio ato de conhecer (Bachelard, 1996).

O problema que orienta este ensaio pode ser formulado da seguinte maneira: em quais condições a gamificação, no ensino de Matemática, pode contribuir para a identificação, a problematização e a possível superação de obstáculos epistemológicos, em vez de restringir-se ao estímulo da participação? O objetivo é analisar, em perspectiva teórica, aproximações entre a epistemologia bachelardiana e o planejamento

[1]Mestranda no curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de São Carlos - SP, adrianaalmeida@estudante.ufscar.br;

[2] Mestra em Educação Física Escolar pelo ProEF - Unesp Rio Claro, amanda.c.faria@unesp.br

[3] Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP) - SP, pessanha@ufscar.br;

de experiências gamificadas, com atenção aos conhecimentos prévios, ao erro, à organização de situações-problema e à mediação docente.

A discussão articula Bachelard (1996), Brousseau (2008), Fadel et al. (2014) e Busarello (2016). Parte-se da distinção entre motivar o estudante a realizar tarefas e criar condições didáticas para que ele examine criticamente as próprias estratégias. Ao longo do texto, argumenta-se que desafios matemáticos cuidadosamente elaborados, acompanhados de feedback interpretativo e momentos de explicitação e validação de procedimentos, podem favorecer processos de reconstrução conceitual. Trata-se, porém, de uma possibilidade fundamentada teoricamente, e não de um efeito empiricamente demonstrado neste trabalho.

METODOLOGIA

Este estudo configura-se como ensaio teórico de abordagem qualitativa, sustentado por exame bibliográfico e interpretação conceitual. Seu objeto não é medir a eficácia de uma intervenção gamificada, mas desenvolver uma argumentação sobre as condições em que características de experiências gamificadas podem dialogar com conceitos da epistemologia de Bachelard e com contribuições da didática da Matemática.

O percurso analítico foi organizado em quatro movimentos: (a) delimitação dos conceitos de obstáculo epistemológico, erro e retificação do conhecimento em Bachelard (1996); (b) aproximação com a discussão didática dos obstáculos e das situações de aprendizagem em Brousseau (2008); (c) exame de elementos da gamificação apresentados por Fadel et al. (2014) e Busarello (2016); e (d) construção de articulações interpretativas, ilustradas por situações matemáticas hipotéticas envolvendo comparação de frações. As obras citadas constituem o corpus de referência do ensaio; não se afirma a realização de revisão sistemática ou exaustiva da literatura.

A análise é argumentativa e não emprega entrevistas, observações, testes com estudantes ou experimentos. Por isso, os exemplos apresentados são proposições didáticas ilustrativas, e os resultados correspondem a sínteses teóricas derivadas do diálogo entre autores. Não há dados empíricos nem participantes de pesquisa neste recorte. Essa delimitação orienta a interpretação dos achados e impede que hipóteses pedagógicas sejam apresentadas como comprovações de impacto.

ISSN: 2358-8829

REFERENCIAL TEÓRICO

Obstáculo epistemológico, erro e retificação do conhecimento

Na epistemologia de Bachelard (1996), o conhecimento científico não se desenvolve por mera adição cumulativa de informações. Sua construção exige revisão de evidências imediatas e de convicções anteriormente aceitas. Nesse movimento, o obstáculo epistemológico não deve ser confundido com uma dificuldade externa, com a falta de recursos ou com uma incapacidade pessoal: ele se vincula a maneiras de conhecer que, embora dotadas de relativa coerência em determinados contextos, limitam a compreensão de novos problemas.

Transpor essa formulação para a educação requer cuidado. Bachelard investiga prioritariamente a formação do pensamento científico, e sua teoria não constitui, por si só, um método de ensino. Ainda assim, seus conceitos oferecem uma lente para pensar por que certas ideias resistentes precisam ser explicitadas e examinadas antes que novas explicações se tornem intelectualmente significativas. O erro, nessa perspectiva de leitura, pode indicar um raciocínio em operação, e não apenas uma resposta a ser suprimida.

Considerar o erro como objeto de análise não implica tratá-lo como sempre produtivo. É necessário identificar que hipótese o sustenta, verificar seu alcance, propor condições de confronto e favorecer a elaboração de justificativas. Sem reflexão sobre as razões do insucesso, sucessivas tentativas podem resultar somente em adivinhação ou memorização de respostas. A retificação exige, portanto, mediação intelectual e oportunidade de formular novas relações entre os conceitos.

Contribuições de Brousseau à interpretação didática dos obstáculos

Brousseau (2008) permite especificar a discussão no campo da didática da Matemática ao examinar a relação entre conhecimentos mobilizados pelo estudante, problemas propostos e condições de validação. Um procedimento pode ter pertinência em um domínio e revelar limitações quando generalizado indevidamente para outro. Desse modo, a análise didática do erro procura reconstruir a lógica que o produziu e não apenas classificá-lo como acerto ou falha.

ISSN: 2358-8829

Considere-se, por exemplo, a comparação entre 1/4 e 1/8. Um estudante pode considerar 1/8 maior porque oito é maior que quatro, estendendo aos denominadores uma regra construída ao comparar números naturais. O raciocínio tem uma origem inteligível, mas deixa de considerar que, em partições de um mesmo inteiro, aumentar a quantidade de partes iguais diminui o tamanho de cada parte. O desafio docente consiste em criar uma situação na qual essa diferença se torne demonstrável e justificável.

É preciso ainda distinguir a exploração de estratégias em uma situação-problema do momento de sistematização institucional do conhecimento. O jogo ou a atividade gamificada pode oferecer elementos para que estudantes comparem, argumentem e revisem hipóteses; a institucionalização exige intervenção didática que relacione essas descobertas ao saber matemático compartilhado. Assim, feedback automático e validação matemática não são termos equivalentes, tampouco uma fase superada no jogo corresponde necessariamente a uma ruptura epistemológica.

Gamificação: entre o engajamento e a atividade intelectual

Fadel et al. (2014) situam a gamificação no emprego de elementos e dinâmicas de jogos em outros contextos, enquanto Busarello (2016) discute princípios e estratégias de estruturação dessas experiências. Metas, desafios graduados, regras, possibilidades de ação e devolutivas podem sustentar uma participação ativa; sua presença, entretanto, não assegura a aprendizagem de conceitos matemáticos específicos.

Uma leitura pedagógica mais exigente diferencia o feedback meramente avaliativo — “certo” ou “errado” — do feedback que ajuda a interpretar procedimentos e consequências. A indicação de que uma resposta está incorreta pode levar o estudante a repetir tentativas sem compreender o problema. Já uma devolutiva acompanhada de representações, perguntas ou oportunidades de comparação entre estratégias pode criar melhores condições para a análise do próprio raciocínio.

A gamificação também não se confunde obrigatoriamente com o uso de plataformas digitais. Sequências em cartões, desafios cooperativos, percursos de investigação, regras de progressão e discussão coletiva podem compor experiências analógicas. O critério central, para o argumento deste ensaio, não é a tecnologia empregada, mas a coerência entre o desafio, o conceito matemático, a natureza do obstáculo mobilizado e as oportunidades de reflexão oferecidas aos estudantes.

ISSN: 2358-8829

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado do exame teórico, foi construída uma articulação interpretativa entre os quatro eixos discutidos: conhecimentos prévios e obstáculos, produção e análise do erro, feedback e validação, e reconstrução conceitual. Essa sistematização não é resultado de observação de turmas e não permite concluir que práticas gamificadas já tenham superado obstáculos epistemológicos em situações concretas. Seu valor está em explicitar critérios para planejar e investigar práticas futuras.

O primeiro eixo refere-se à identificação da regra implícita que o estudante mobiliza. Uma atividade gamificada só torna visível um possível obstáculo quando o professor pode interpretar a estratégia subjacente às respostas. Em uma missão de comparação de frações, pedir que o estudante explique por que escolheu determinada representação oferece mais informação didática do que registrar somente a quantidade de acertos.

O segundo eixo relaciona-se à natureza do confronto proposto. Reapresentar a mesma pergunta com outras cores ou recompensas pode incrementar a participação sem modificar o problema conceitual. Uma sequência produtiva exigiria, por exemplo, colocar lado a lado representações equivalentes do mesmo inteiro, discutir o tamanho das partes e confrontar a regra “denominador maior implica fração maior” com contraexemplos. A tensão entre expectativa e resultado precisa ser matematicamente inteligível.

O terceiro eixo envolve a qualidade da devolutiva e da validação. O feedback imediato pode ser oportuno, mas deve apoiar a interpretação do erro, e não apenas indicar uma nova tentativa. Representações geométricas, justificativas escritas, discussões entre pares e explicações mediadas pelo professor podem auxiliar o estudante a compreender por que um procedimento não se generaliza. Nessa perspectiva, o sucesso didático não equivale à velocidade de avançar de fase.

Uma implicação adicional dessa análise diz respeito à forma de registrar o percurso dos estudantes. Em vez de utilizar exclusivamente uma pontuação total, o planejamento pode prever registros de justificativas iniciais, revisões de respostas e argumentos construídos em discussões coletivas. Esses elementos ajudam o professor a distinguir persistência na tarefa de transformação na maneira de pensar. A avaliação

formativa, nesse caso, se orienta por evidências de explicação matemática, e não apenas por indicadores de desempenho dentro da dinâmica lúdica.

A distribuição de desafios também precisa considerar a diversidade de conhecimentos presentes na turma. Uma mesma tarefa pode suscitar razões distintas para uma resposta incorreta. Alguns estudantes podem interpretar equivocadamente o denominador, enquanto outros podem não reconhecer que as partes representadas devem referir-se a um mesmo inteiro. A mediação requer perguntas e recursos que permitam examinar essas hipóteses sem pressupor a existência de um único obstáculo comum a todos. A dimensão cooperativa da gamificação pode contribuir quando possibilita escuta e debate de estratégias, sem transformar a comparação entre participantes em objetivo principal.

Ainda cabe problematizar o tempo da aprendizagem. A lógica de fases rápidas e respostas instantâneas, comum a alguns formatos gamificados, pode entrar em tensão com a necessidade de reflexão prolongada sobre conceitos difíceis. Sob a perspectiva epistemológica discutida, avançar mais lentamente, explicar uma contradição ou retomar uma hipótese inicial pode constituir atividade intelectual mais relevante do que concluir várias missões. Por essa razão, o ritmo da proposta deve ser subordinado às necessidades da investigação matemática, e não à expectativa de manter estímulos contínuos.

O quarto eixo diz respeito à reconstrução e à transferência. Após a discussão de uma situação específica, importa investigar se o estudante consegue justificar comparações envolvendo outros denominadores, representações na reta numérica ou novos problemas. Sem essa possibilidade de formular, argumentar e mobilizar relações em contextos distintos, seria precipitado interpretar a progressão no jogo como evidência de superação de obstáculo epistemológico.

A partir desses eixos, pode-se propor uma sequência hipotética de quatro momentos. Inicialmente, o desafio apresenta 1/4 e 1/8 com solicitação de escolha justificada. Em seguida, o ambiente apresenta imagens de dois inteiros de mesmo tamanho divididos em quatro e oito partes, de modo a produzir um confronto interpretável entre a hipótese inicial e a representação. No terceiro momento, pares de estudantes formulam explicações, enquanto o professor questiona a validade das regras

propostas. Por fim, um novo desafio solicita comparar outras frações e explicitar o princípio matemático mobilizado. Trata-se de exemplo construído para análise, não de intervenção aplicada ou avaliada.

A aproximação proposta, entretanto, tem limites. Obstáculos descritos na epistemologia histórica das ciências não são automaticamente idênticos às dificuldades observadas em estudantes. Além disso, nem todo erro configura um obstáculo epistemológico: pode decorrer de leitura apressada, desconhecimento pontual ou outros fatores. Também seria inadequado pressupor que um sistema de recompensas, por si só, produza conflito cognitivo ou retificação. Essas distinções evitam transpor conceitos de maneira simplificadora e preservam a especificidade das contribuições de Bachelard e Brousseau.

Há igualmente uma distinção importante entre reconhecer o erro e promover sua retificação. Quando o estudante identifica que uma resposta está incorreta, pode simplesmente selecionar outra alternativa. A reconstrução conceitual, porém, requer compreender a relação que torna uma resposta válida em determinada situação e inválida em outra. No caso das frações, isso envolve reconhecer a unidade de referência, interpretar o significado do denominador e estabelecer critérios de comparação. Tais relações precisam ser explicitadas no desenvolvimento da atividade, de forma que a própria argumentação possa tornar-se objeto de acompanhamento pedagógico.

Do ponto de vista da formação docente, o planejamento gamificado exige antecipação de estratégias possíveis e análise de erros frequentes associados a cada conteúdo. Uma sequência de missões não deveria ser definida somente em função de sua dificuldade aparente: a seleção de desafios requer perguntar que conhecimento anterior será mobilizado, em quais condições ele se mostrará limitado e que intervenções permitirão examinar essa limitação. Assim, a contribuição do professor não está apenas em organizar a dinâmica, mas em sustentar a qualidade matemática das perguntas, representações e justificativas que circulam na sala de aula.

Essa reflexão também permite estabelecer um critério para analisar futuras experiências. A questão não deve ser apenas se os participantes gostaram da atividade ou alcançaram maior pontuação, embora esses aspectos possam ser relevantes para compreender sua participação. Importa examinar o que disseram ao justificar escolhas,

quais relações utilizaram na primeira resolução, como interpretaram informações contraditórias e que mudanças apareceram em explicações posteriores. A combinação de registros escritos, produções matemáticas e diálogos poderia fornecer dados mais adequados à investigação da hipótese construída neste ensaio.

Os resultados teóricos indicam, assim, uma hipótese de trabalho para investigações posteriores: a potencialidade epistemológica de propostas gamificadas depende menos da quantidade de componentes lúdicos empregados do que do modo como esses componentes organizam situações matemáticas problematizadoras, tornam estratégias visíveis e favorecem análise e justificação. Essa hipótese deverá ser examinada em práticas reais por meio de registros de estratégias, falas dos participantes e produções matemáticas, caso futuras pesquisas sejam desenvolvidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este ensaio examinou as possíveis contribuições da epistemologia de Gaston Bachelard para compreender a gamificação no ensino de Matemática para além de seus aspectos motivacionais. O diálogo com Brousseau e com os estudos de Fadel et al. e Busarello permitiu formular uma interpretação segundo a qual a aprendizagem pode ser favorecida quando atividades gamificadas propõem problemas relevantes, explicitam conhecimentos prévios, problematizam erros e criam oportunidades de reconstrução conceitual.

A contribuição central do trabalho é estabelecer condições analíticas, e não afirmar eficácia comprovada: uma experiência gamificada aproxima-se de uma perspectiva epistemologicamente orientada quando o estudante precisa justificar decisões, confrontar a insuficiência de uma estratégia, elaborar novas relações e validar matematicamente suas conclusões com mediação docente. Pontuações, rankings ou progressão entre níveis podem integrar a experiência, mas não substituem esses processos.

Como limitação, reconhece-se que a argumentação foi desenvolvida exclusivamente a partir de um conjunto delimitado de obras, sem levantamento sistemático nem verificação empírica. Os exemplos de comparação de frações são hipotéticos e não autorizam generalizações sobre resultados de aprendizagem. Recomenda-se que pesquisas futuras acompanhem intervenções gamificadas e analisem

as estratégias efetivamente mobilizadas pelos estudantes, os significados atribuídos aos erros e as possibilidades de transferência conceitual.

Conclui-se que a relevância da gamificação, sob a lente aqui adotada, não está em tornar a Matemática apenas mais atraente, mas em organizar condições para pensar, argumentar, errar, investigar e retificar explicações. Nesse horizonte, a epistemologia bachelardiana constitui um referencial crítico para orientar o planejamento pedagógico e formular novas questões de pesquisa em Educação Matemática.

PALAVRAS-CHAVE

Gamificação; Educação Matemática; Gaston Bachelard; Obstáculos epistemológicos; Erro.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, Gaston. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BROUSSEAU, Guy. Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino. Tradução de Camila Bogéa. São Paulo: Ática, 2008.

BUSARELLO, Raul Inácio. Gamificação: princípios e estratégias. São Paulo: Pimenta Cultural, 2016.

BUSARELLO, Raul Inácio; ULBRICHT, Vania Ribas; FADEL, Luciane Maria. A gamificação e a sistemática de jogo: conceitos sobre a gamificação como recurso motivacional. In: FADEL, Luciane Maria et al. (org.). Gamificação na educação. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. p. 11-37.

FADEL, Luciane Maria et al. (org.). Gamificação na educação. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.