

A Cultura Maker no ensino de física: construção e funcionamento de máquinas térmicas

Samara L. Brito Meira
Colégio Marista de Brasília
Brasília, DF
Brasil
www.samarabrito.com
samarabrito@samarabrito.com

Jair Lúcio Prados Ribeiro
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências - UnB
Brasília, DF
Brasil
pt.calameo.com/accounts/1228325
jairlucio@gmail.com

RESUMO

O projeto aqui descrito foi desenvolvido em uma escola particular de ensino médio de Brasília, com alunos do segundo ano, com idades entre 15 e 17 anos, entre 2013 e 2015, se revelando um programa contínuo. O projeto propõe a construção de máquinas térmicas simples pelos próprios estudantes, a fim de trabalhar conceitos da física térmica. A documentação dessa construção é feita tanto em um vídeo quanto em um roteiro de construção (*Instructable*). Defende-se que a proposta estimula a criatividade, nos moldes propostos pelo modelo componencial de Amabile, dialoga com as propostas de metodologias ativas de ensino (ou seja, centradas no próprio estudante) e incorpora elementos presentes no manifesto da cultura *maker*.

Palavras-chave

Máquina térmica; ensino de física; criatividade; vídeo; cultura *maker*.

1. INTRODUÇÃO

O movimento *maker* é influenciado pela cultura do faça você mesmo ou, *Do-It-Yourself* (ou simplesmente DIY) em inglês. Esta cultura estabelece que qualquer indivíduo, mesmo que não seja um especialista, pode vir a construir, restaurar, transformar e fabricar os mais diversos tipos de objetos e projetos usando materiais de baixo custo e as suas próprias mãos [1]. A partir desse conceito, e tomando como base epistemológica as metodologias ativas de ensino [2] (processos de aprendizagem centrados nos estudantes) e o modelo componencial da criatividade [3], a equipe de física da instituição desenvolveu esta proposta didática para auxiliar os estudantes a aprender sobre as máquinas térmicas por meio de práticas típicas dessa cultura.

Defendemos que, ao trabalhar com este modelo de projeto, os estudantes são introduzidos em um contexto de formação científica que permite o desenvolvimento e a aplicação dos conceitos estudados na sala de aula para a produção tecnológica. Assim, acreditamos que a compreensão do funcionamento de uma máquina térmica poderá auxiliar o aluno na tarefa de relacionar dados e informações representados de diferentes formas, assim como na tomada de decisões e enfrentamento de novas situações problema. Ao relacionar estas informações aos conhecimentos disponíveis em situações concretas, é possível também ajudar o estudante na construção de argumentações consistentes sobre outras situações cotidianas e na elaboração de novas estratégias de intervenção em sua realidade. Frisa-se que todas estas habilidades e competências desenvolvidas nesta proposta aparecem como referenciais na Matriz do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) [4].

Neste sentido, o processo de construção e documentação em vídeo tem se mostrado uma excelente ferramenta de aprendizagem para estudantes do ensino médio [7]. Além de trabalhar o processo criativo em uma atividade de construção coletiva [8], ela permite o desenvolvimento de habilidades associadas ao letramento científico. A partir desses preceitos, foi solicitado dos estudantes que realizassem a atividade com objetivo de documentar em vídeo o processo de construção e o funcionamento de uma máquina térmica simples.

A proposta didática apresentada neste painel foi realizada em uma escola privada de ensino médio, voltada para a classe média alta, na cidade de Brasília. Cerca de mil estudantes participaram das atividades do projeto ao longo dos anos de 2013, 2014 e 2015. Neste painel, é dado destaque ao projeto já sedimentado, o qual foi realizado em 2015. As orientações para realização das atividades foram feitas durante as aulas de física e disponibilizadas em um site [5] construído exclusivamente para o projeto. O site foi elaborado para que os professores pudessem acompanhar o projeto e também para que os estudantes pudessem compartilhar seus trabalhos e obter as informações acerca do projeto.

De forma a incentivar o espírito científico e a aprendizagem em rede [2] os estudantes foram divididos em grupos de no mínimo três e no máximo cinco integrantes e foram estimulados a pesquisar na rede mundial de computadores um modelo de projeto a ser construído. Os professores poderiam ser consultados sobre detalhes técnicos ou construtivos. O vídeo deveria incluir, obrigatoriamente, a aparição de pelo menos um dos integrantes do grupo. O vídeo deveria ter duração entre três a dez minutos, e os créditos do mesmo deveriam conter, obrigatoriamente, o papel desempenhado por cada integrante no trabalho. Durante toda a proposta, os estudantes foram orientados a respeito dos riscos de uso das fontes de energia térmica, tais como combustíveis, recomendando-se o acompanhamento por um adulto. Além da construção da máquina e da documentação em fotografias e vídeos, os estudantes fizeram ainda uma apresentação dos seus projetos nas suas turmas respectivas, explicando as etapas de transformação de energia envolvidas e os conceitos relacionados ao funcionamento das máquinas térmicas.

Algumas recomendações foram feitas para facilitar a organização do trabalho, pois além da filmagem, solicitou-se que os estudantes tirassem fotos durante as etapas de construção e montagem, com intuito de utilizá-las na confecção de um roteiro para a construção da máquina no sítio *Instructables* [6], no qual os participantes do movimento *maker* podem compartilhar os seus projetos. O site foi geminado no *MIT Media Lab* pelos futuros fundadores do *Squid Labs* para compartilhar seus projetos, conectar com os outros e provocar um impacto sobre o mundo. Em julho de 2016, o site continha mais de cem mil projetos, podendo ser entendido como uma comunidade de makers.



Figura 1. Captura de tela das páginas do site construído para o projeto.

2. MODELO COMPONENTIAL DA CRIATIVIDADE

Uma visão simplista dos processos criativos os correlaciona com o indivíduo em si: a capacidade de pensar ou desenvolver projetos criativos seria, nessa perspectiva leiga, uma característica inata da pessoa, dependente da sua personalidade. As teorias contemporâneas acerca da criatividade buscam demonstrar as limitações dessa visão simplista. Assim, como referencial teórico desse trabalho, buscamos suporte no modelo componencial da criatividade desenvolvido por Teresa Amabile ao longo dos anos 1980 e 1990. Para tal, tomamos como formulação a síntese que Alencar e Fleith [3] desenvolveram para as ideias dessa autora.

Segundo os autores, o modelo componencial da criatividade dá ênfase ao papel da motivação e dos fatores sociais no desenvolvimento da criatividade. Assim, embora as características individuais se mantenham relevantes nos processos criativos, seu caráter de interação social é destacado. O modelo em si se apoia em uma tríade de componentes, os quais dialogam e interagem entre si na formação dos processos criativos: as *habilidades de domínio*, os *processos criativos relevantes* e a *motivação intrínseca*. O componente *habilidades de domínio* se relaciona aos elementos prévios necessários à criação em certa área do conhecimento, tais como talento, conhecimento, experiência e habilidades técnicas, podendo ser adquiridos em processos de educação formal ou informal. Os *processos criativos relevantes* influenciam na forma como as habilidades de domínio são utilizadas pelo indivíduo. Assim, tais processos açabarcam o estilo de trabalho, o estilo cognitivo, o domínio de estratégias que favorecem a produção de novas ideias e traços de personalidade. Já a *motivação intrínseca* também possui atributos inatos, mas para Alencar e Fleith [3], o ambiente social tem grande influência nesse componente, se relacionando com o envolvimento entre o indivíduo e a tarefa, acrescida da satisfação advinda do cumprimento da mesma. Assim, tarefas que despertem o interesse do indivíduo ou se revelem desafiadoras para ele tendem a estimular a motivação. O modelo de Amabile dialoga com o contexto da

educação formal, na medida em que a autora sugere atividades que visam estimular o pensamento criativo no ambiente escolar. Alencar e Fleith [3] listam tais sugestões:

- (a) encorajar autonomia do indivíduo, evitando controle excessivo e respeitando a individualidade de cada um;
- (b) cultivar a autonomia e independência enfatizando valores ao invés de regras;
- (c) ressaltar as realizações ao invés de notas ou prêmios;
- (d) enfatizar o prazer no ato de aprender;
- (d) evitar situações de competição;
- (e) expor os indivíduos a experiências que possam estimular sua criatividade;
- (f) encorajar comportamentos de questionamento e curiosidade;
- (g) usar feedback informativo;
- (h) dar aos indivíduos opções de escolha;
- e (i) apresentar pessoas criativas como modelos.

Percebemos que a proposta aqui descrita se relaciona com as sugestões listadas acima. O projeto pressupõe que os próprios grupos de estudantes escolham a máquina térmica que desejam construir, ressaltando o papel autônomo dos estudantes no processo de aprendizagem. A realização da atividade se dá, via de regra, fora do ambiente escolar formal, com a interação dos estudantes sendo mais livre e não regulada diretamente pelo professor, estimulando que a atividade seja mais prazerosa. Os grupos têm ampla liberdade de escolha para realização dos projetos, e não há um caráter de competição entre os mesmos, na medida em que todos os projetos são apresentados em um encontro posterior em sala de aula, para discussão e formalização dos resultados. Não há, entretanto, como fugir das notas formais, na medida em que a atividade se inclui em um plano de ensino da disciplina de física. Ademais, acreditamos que a nota pode se revelar um estímulo motivacional para diversos estudantes – quiçá a maioria.

3. CONCLUSÕES

No manifesto do movimento *maker* [1], são descritas as atividades dos makers e as habilidades organizadas em torno de nove ideias-chave: *faça, compartilhe, ensine, aprenda, use ferramentas (ou seja, o tenha acesso seguro às ferramentas necessárias), jogue, participe, apoie e provoque mudanças*. Acreditamos que esta atividade permitiu aos estudantes a participação nesse novo movimento e, quiçá, a incorporação subliminar de suas premissas ao aprendizado.

Durante a apresentação do projeto, entretanto, percebemos que os estudantes estão distantes desta prática, na medida em que eles questionam como vão fazer a atividade se não sabem do que se trata uma máquina térmica. Quando são incentivados a pesquisar sobre o tema na rede mundial de computadores, eles se deparam com outros desafios, pois reconhecer as terminologias utilizadas nos artigos publicados sobre o tema não é uma tarefa simples. Em seguida, precisam realmente colocar a mão na massa, e em se tratando do processo científico, é sabido que nem sempre as experiências funcionam da maneira antecipada. Dessa forma, percebemos a importância da cultura *maker* no projeto, pois ao construir uma máquina térmica que não funciona, o estudante precisa se questionar a respeito do problema e procurar uma alternativa que faça o seu aparato funcionar.

De forma geral, os estudantes relatam em suas apresentações que não acreditavam que o projeto funcionaria e, em seguida, que se sentiram desafiados diante do não funcionamento das máquinas. Outro dado importante de se relatar está relacionado ao tempo que gastam para fazer a atividade. O relato dos adolescentes envolvidos no projeto aponta para a procrastinação, ou seja, “deixar para a última hora”, fazendo com que, por vezes, os estudantes tenham que passar o final de semana dedicando-se aos problemas estruturais que encontram. Em relação ao uso de ferramentas, muitas vezes os estudantes relatam que não sabiam nem mesmo como utilizar uma chave de fenda, e que precisaram recorrer aos pais, os quais por vezes se envolvem totalmente na tarefa e ajudam na sua construção.

Do ponto de vista de um educador, o projeto expõe algumas vantagens de abrir mão das aulas tradicionais para investir em novas estratégias de ensino. As discussões realizadas durante as apresentações mostram como o conteúdo passou a fazer parte do repertório dos estudantes. A partir de um início complexo e desafiador, os estudantes passaram a ser protagonistas do seu aprendizado, vindo por fim a falar com propriedade sobre o tema para os colegas, inclusive criticando projetos cujo desempenho estava aquém dos critérios de avaliação. Outra perspectiva apresentada pelos alunos está no contato que receberam de estudantes de outros países por meio do site *Instructables*: muitos se apresentaram empolgados com a possibilidade de auxiliar estudantes de outro país a construir os seus projetos.

Como todo processo de aprendizagem em rede [2], o projeto vem sendo aprimorado ao longo dos anos e novas estratégias têm sido adotadas. Assim, conjecturamos para uma próxima apresentação requerer dos estudantes a construção não só do projeto em si, mas de um site completo, o qual facilitaria a criação de um portfólio coletivo dos projetos desenvolvidos na vida acadêmica.

Podemos perceber o impacto da cultura *maker* permeada por metodologias ativas de ensino, não apenas na comunidade discente, mas também como forma de divulgação científica. O projeto apresenta relevância à longo prazo e se estende para além dos muros da escola, mostrando que a aprendizagem não se dá apenas por meio de palestras, mas também aderindo a movimentos inovadores como a cultura *maker* em espaços diferenciados de aprendizagem. O desafio para educadores do novo século está não só em lecionar os escopos dos livros, mas também em procurar estratégias didáticas que desenvolvam habilidades intelectuais para formar cidadãos capazes de resolver novos desafios [9].

4. BIOGRAFIAS

Samara L. Brito Meira – Mestranda em Ensino de Física (MNPEF – UnB), Pós-graduada em Matemática e Licenciada em Física pela UnB. Professora de física da SEEDF e Colégio Marista de Brasília. Líder do Grupo de Educadores Google Brasília. *Google Certified Innovator*. (Apresentadora)

Jair Lúcio Prados Ribeiro – Doutorando em Educação em Ciências (PPGEduc – UnB) e Mestre em Ensino de Ciências (UnB). Professor de física no Colégio Marista de Brasília.

5. NOTAS E REFERÊNCIAS

[1] HALVERSON, E.; SHERIDAN, K. *The maker movement in education*. **Harvard Educational Review**, v. 84, n. 4, p. 495-504, 2014. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>>. Acesso: 17/07/2016.

[2] MULLER, M. *Metodologias interativas de ensino na formação de professores de física: um estudo de caso com o Peer Instruction*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/72092/000882183.pdf?sequence=1>>. Acesso: 17/07/2016.

[3] ALENCAR, E.; FLEITH, D. *Contribuições teóricas recentes ao estudo da criatividade*. Psicologia: teoria e pesquisa, v.19, n.1, p. 1-8, 2003.

[4] INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS. *Matriz de referência Enem*. Disponível em <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2012/matriz_referencia_enem.pdf>. Acesso: 17/07/2016.

[5] Site do projeto: bit.ly/maquinastermicas2015

[6] *Instructables, share what you make*. Disponível em <www.instructables.com>. Acesso: 17/07/2016.

[7] MORAN, J. M. (2008). *Novos desafios na educação - a Internet na educação presencial e virtual*, 1–15. Acesso em 17/07/2016

[8] SIEMENS, G. (2010). TEDxNYED Siemens. Disponível em <<http://tedxtalks.ted.com/video/TEDxNYED-George-Siemens-030610>> Acesso em 17/7/2016

[9] MORAN, J. (1997). *Como utilizar a Internet na Educação*. Revista Ciência da Informação, 26(2), 146–153. Acesso em 17/07/2016