

Tabutrônica: uma Experiência que Articula Cultura Maker e Produção Coletiva de Artefatos Educacionais

Juliana Pereira G. de A. Araripe¹, Everton Tadeu G. D. Barros², Marcos A. Azevedo³

¹CESAR (Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife) – Recife – PE – Brazil

²CESAR (Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife) – Recife – PE – Brazil

³Prefeitura Municipal de Vitória de Santo Antão (Secretaria de Educação) – Vitória de Santo Antão - PE – Brazil

jpgaa@cesar.org.br, etgdb@cesar.org.br, marcos_a_az@hotmail.com

Abstract. The study presented here aims to develop an instructional sequence capable of increasing the engagement of the third year of elementary school to the learning and construction of fundamental facts of multiplication. To this end, an instructional sequence aimed at the development of an educational artifact for learning fundamental facts of multiplication was conceived, developed and validated by all involved. Including the students in the process was considered as an action hypothesis to be developed to overcome this challenge. The methodological approach developed was the Design Experiments (Cobb et al, 2003) that allowed us to identify results associated with interdisciplinarity between competencies.

Resumo. O estudo aqui apresentado tem o objetivo de desenvolver uma sequência instrucional capaz de ampliar o engajamento dos estudantes do terceiro ano do Ensino Fundamental para a aprendizagem e construção de fatos fundamentais da multiplicação. Para isso uma sequência instrucional voltada para o desenvolvimento de um artefato educacional para a aprendizagem de fatos fundamentais de multiplicação foi concebida, desenvolvida e validada por todos os envolvidos. Incluir os estudantes no processo foi considerado como uma hipótese de ação a ser desenvolvida para superar esse desafio. A abordagem metodológica desenvolvida foi o Design Experiments (Cobb et al, 2003) que nos permitiu identificar resultados associados a interdisciplinaridade entre as competências.

1. Introdução

A Escola Manoel Domingos de Melo integra o Programa Inova Escola desde 2015, a partir de uma parceria realizada entre a Fundação Telefônica Vivo, a Qualcomm, a própria escola,

a Secretaria de Educação do Município de Vitória de Santo Antão (PE) e o Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife (CESAR).

Com aporte no currículo escolar e buscando ampliar o engajamento dos estudantes do terceiro ano do Ensino Fundamental para a aprendizagem e construção de fatos fundamentais da multiplicação, fatos estes que historicamente estão associados à memorização da tabuada, foi desenvolvido um projeto que buscasse o desenvolvimento de uma solução para a verificação de resultados em fatos fundamentais.

Diante desse problema e compreendendo a importância em que um momento “mão na massa” possui para o desenvolvimento de competências e habilidades, como criatividade, comunicação e colaboração, o presente artigo relata o processo de desenvolvimento de um artefato eletrônico que pudesse facilitar o ensino e aprendizagem de fatos fundamentais da multiplicação.

2. A produção de artefatos por educadores

Rabardel (1995) afirma que esse processo de produção de artefatos é uma atividade humana significada social e culturalmente. Segundo ele, o sujeito é engajado em atividades orientadas a objetivos em um processo denominado gênese instrumental. Nesse processo, os artefatos são apropriados pelos sujeitos e resultam em instrumentos.

Entretanto, ao se referirem ao processo de apropriação dos artefatos utilizados por educadores, Guedet e Trouche (2008) sugerem a gênese documental, uma analogia com a gênese instrumental de Rabardel (1995). Para eles, “um professor desenha um sistema de recursos para o seu sistema documental. Ele constrói esquemas de uso desse recurso para uma mesma classe de situações através de uma variedade de contextos.

O professor, em seu trabalho didático, produz ou reutiliza sequências instrucionais e uma sequência instrucional desenvolvida por um grupo é reformulada e transformada enquanto outros a utilizam. Segundo Cobb et al (2003) a dimensão de instrumentação conceitualiza a influência na atividade docente para os recursos que ele desenha.

Sobre isso, Guedet e Trouche (2008) enfatizam que os educadores interagem com os seus artefatos incluindo restrições, selecionando, implementando, adaptando e criando novos artefatos. A esse processo ambos denominam como gênese documental. Para ambos, entretanto, quando se considera os artefatos utilizados em e para o trabalho docente, o educador nunca os utiliza isoladamente.

3. A Cultura Maker na escola

O desenvolvimento de artefatos por estudantes em contextos escolares é associado à Cultura Maker e a apropriação desta em contextos escolares é análoga a gênese instrumental desenvolvida por Rabardel (1995). Entretanto, assim como os educadores, os estudantes também produzem artefatos.

A Cultura Maker é inspirada no movimento “faça você mesmo”, cujo objetivo principal é propiciar uma aprendizagem baseada em experiências com a “mão na massa”. O formato maker é pautado em propostas de projetos que empregam tecnologias como

robótica, programação e fabricação digital, além da marcenaria e mecânica que são oriundos do “faça você mesmo”.

Esta Cultura estabelece que qualquer indivíduo, independente da idade ou de ser um especialista, pode vir a construir, restaurar, transformar e fabricar os mais diversos tipos de objetos e projetos, utilizando materiais de baixo custo e suas próprias mãos (Halverson, 2014)

Como atividade escolar, a Cultura Maker pode potencializar o trabalho com projetos. Sobre essa inserção, Blikstein (2013) afirma que a Cultura Maker pode fornecer a escola um ambiente para experiências de design com múltiplos ciclos e novos níveis tanto para a frustração e excitação. Além disso, afirma que os limites entre os conhecimentos são completamente reconfigurados quando os processos de aprendizagem são orientados ao desenvolvimento de produtos, potencializando a realização de projetos interdisciplinares.

4. Método

Com o objetivo de promover o engajamento estudantil para a aprendizagem de fatos fundamentais, educadores e estudantes foram inseridos em um processo de construção colaborativa de um artefato educacional. Ancorados no método Design Experiments (COBB et al, 2003), educadores e estudantes foram sujeitos de um processo de pesquisa dividido em planejamento, condução e análise.

4.1. Planejamento

Partindo da identificação do problema, por parte do educador, no qual os estudantes apresentavam sérias dificuldades no processo de aprendizagem da multiplicação, para planejar as ações a serem desenvolvidas na sequência instrucional produzida, estudantes e educador realizaram uma sessão de ideação.

Uma sequência com as seguintes etapas foi constituída: pesquisa, ideação, prototipação, validação e disseminação. Todas essas etapas estão relacionadas ao desenvolvimento de um artefato educacional posteriormente denominado Tabutrônica.

4.2. Condução

Na primeira das etapas, a de pesquisa, os estudantes fizeram uso da conectividade para pesquisar os diferentes formas de verificação de fatos fundamentais, desde a analógica aos jogos e aplicativos que calculam multiplicações. Durante o processo de pesquisa os estudantes foram estimulados ao uso de palavras como calculadora divertida, tabuada inteligente, desafios da multiplicação em um buscador, como pode ser identificado (Figura 1).

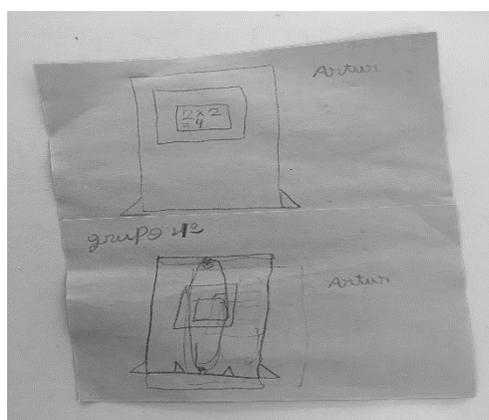


Soluções como jogos educativos e sistemas informáticos de verificação de fatos fundamentais foram largamente identificadas. Para alguns dos estudantes, parte das soluções encontradas foram classificadas como não divertidas, pois parecem com as tarefas já existentes nos livros didáticos utilizados por eles. Um exemplo do tipo de solução identificada pelos estudantes (Figura 2).



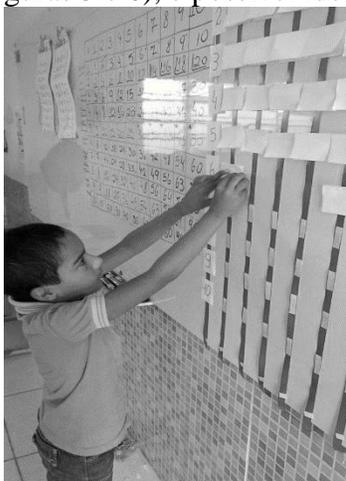
Na segunda etapa, denominada ideação, os estudantes foram estimulados a, em pequenos grupos, usar a técnica do Drawstorming para idear possíveis soluções de tabuadas divertidas. Cada grupo escolheu a solução que melhor representava os desejos de todos e compartilhou com os demais. As imagens dispostas a seguir (Figura 3 e 4), apresentam registros dessa etapa da sequência.





Uma nova solução, montada com fragmentos de ideias de todos os grupos foi delimitada como sendo o artefato a ser desenvolvido pelos estudantes e educador. Uma tabuada, que usava de eletricidade para validar a resposta das multiplicações apresentadas ideada e denominada por todos por Tabutrônica.

Durante a fase de prototipação, novas pesquisas foram necessárias para que conceitos como corrente e circuitos elétricos fossem compreendidos e pudessem compor o artefato a ser produzido. Também foram envolvidos no projeto dois consultores de educação tecnológica e um técnico em eletricidade para a realização das instalações elétricas necessárias. A seguir, (Figuras 5 e 6), é possível identificar extratos do processo de prototipação da solução.





A validação do artefato produzido foi realizada a partir da implementação de testes de uso com estudantes. A apresentação da solução ocorreu no I PITCH da EMDM, realizado em 15 de dezembro de 2017. Participaram do evento, pessoas da comunidade, educadores de outras escolas municipais e representantes da Secretaria de Educação do Município de Vitória de Santo Antão, em Pernambuco e do parceiro executor do projeto no Programa Inova Escola, o CESAR.

5. Análise

Em análise retrospectiva a condução da sequência instrucional desenvolvida foi possível identificar três categorias de resultados: desenvolvimento de competências curriculares, desenvolvimento de competências socioemocionais e correspondência entre expectativas e resultados.

Na categoria desenvolvimento de competências curriculares foram mapeados a percepção de conhecimentos relacionados aos campos de conhecimento da Matemática e

das Ciências Naturais. Para mapear, foram utilizados os objetos de conhecimentos apresentados na Base Nacional Comum Curricular (2017). Os quadros 1 e 2 apresentam os conhecimentos mapeados.

Quadro 1. Quadro de Conteúdos - Matemática.

UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Números	Problemas envolvendo diferentes significados da multiplicação.	1- Construir e utilizar fatos básicos da adição e da multiplicação para o cálculo mental ou escrito. 2- Resolver e elaborar problemas de multiplicação (por 2, 3, 4, 5 e 10) utilizando diferentes estratégias de cálculo e registros.

Quadro 2. Quadro de Conteúdos – Ciências Naturais.

UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Matéria e Energia	Propriedades físicas dos materiais	1- Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciem propriedades físicas dos materiais – como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade etc.), entre outras.

Ainda que de forma empírica, é possível relatar a presença de interdisciplinaridade no processo de desenvolvimento do artefato educacional Tabutrônica. Apesar de serem conhecimentos inerentes de diferentes campos do conhecimento, ao longo da construção do

artefato não era possível identificar os momentos em que conhecimentos de cada uma dessas áreas eram utilizados.

Um exemplo desse tipo de situação pode ser identificado no momento em que os estudantes necessitam decidir de que forma poderão fazer com o que o artefato retroalimente os usuários sobre a veracidade das respostas atribuídas. O diálogo a seguir expõe esse tipo de situação.

Professor: *“...e como a pessoa que estará usando a Tabutrônica poderá saber se a resposta que ela escolheu está certa ou errada para a multiplicação realizada?”*

Estudante 1: *“é só o LED acender se estiver certo. Se estiver errado, ele não acende”*

Estudante 2: *“mas para isso a gente precisa fazer ele acender, né?...como a gente faz isso?”*

Durante a etapa de prototipação, surgiu entre estudantes e educador, a necessidade de entendimento técnico sobre as instalações, mais especificamente, sobre a instalação de uma fonte que permitisse a alimentação do circuito criado por meio de energia elétrica, substituindo o uso de baterias. Para isso, uma consulta online, realizada a partir de uma chamada de vídeo, com um técnico em eletricidade do CESAR foi realizada. A partir disso, novas hipóteses foram geradas, conforme descrito no diálogo a seguir.

Estudante 1: *“e se os [polos] negativos fossem um número da multiplicação e os [polos] positivos o outro?”*

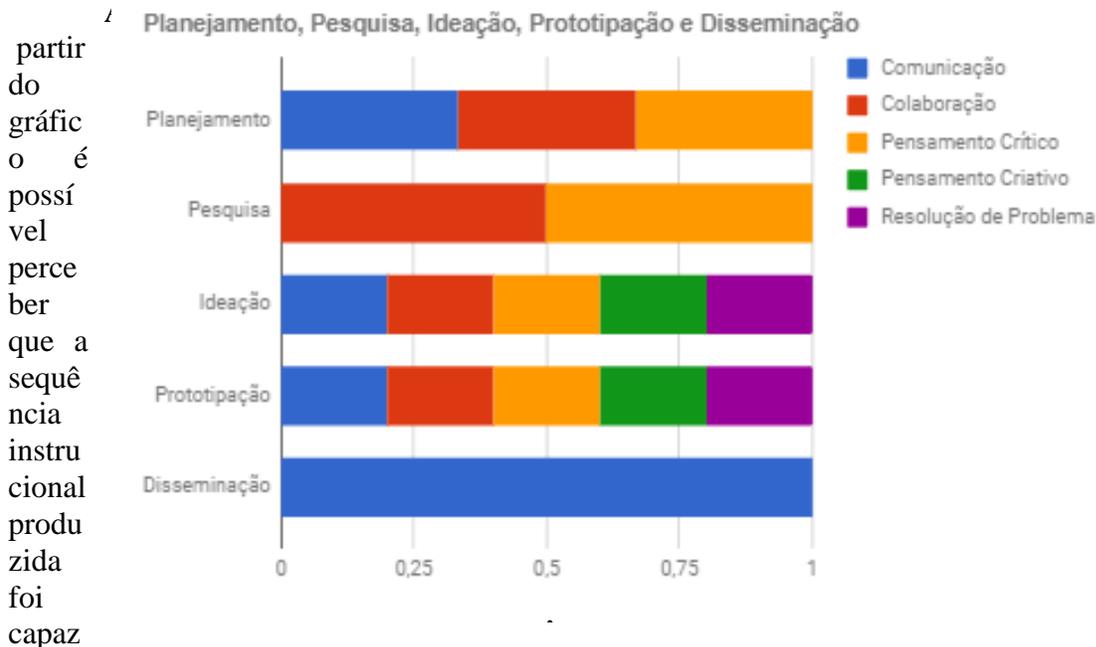
Professor: *“e por que isso daria certo? Funcionaria?”*

Estudante 1: *“se gente colocasse os fios no lugar certo a lâmpada só acende se a gente colocar ela no lugar em que os dois se encontram”.*

Professor: *“Isso! A gente também poderia usar interruptores? Que acham?”*

Esse é um exemplo de uma situação em que os conhecimentos matemáticos e de os das Ciências Naturais foram indissociáveis. Na situação apresentada, os fatores de uma multiplicação precisaram ser tratados como polos de um circuito elétrico ao mesmo tempo que o resultado de um fato fundamental pôde ser associado a noção de corrente elétrica.

Com respeito à categoria de resultados desenvolvimento de competências socioemocionais, foram identificados resultados no desenvolvimento das competências comunicação, colaboração, pensamento crítico e criativo e resolução de problemas. O gráfico (Figura 7), a seguir, apresenta a ênfase no desenvolvimento de cada competência socioemocional por etapa do design instrucional desenvolvido.



de gerar oportunidades de desenvolvimento de competências socioemocionais em todas as suas etapas. Ainda que com ênfases diferentes e distribuição não equilibrada entre as diferentes competências, a exemplo das fortes evidências da comunicação, colaboração e pensamento crítico com respeito aos demais, o fato de tais competências estarem presentes em uma sequência instrucional para a aprendizagem de matemática, mais ainda, para a construção de fatos fundamentais é bastante relevante.

De acordo com Blikstein (2008) esta é uma importante característica dos processos de aprendizagem que estão associados a Cultura Maker. Segundo o autor, ao centralizar a aprendizagem no desenvolvimento de produtos e no processo existente nesse desenvolvimento, a Cultura Maker se apresenta como potencial de desenvolvimento de competências associadas ao Design e a Engenharia, bem como as socioemocionais, comumente não contempladas nos processos educacionais tradicionais.

6. Considerações

O desenvolvimento da Cultura Maker na Escola Manoel Domingos de Melo (EMDM) tem ocorrido, paulatinamente, desde 2016. Inicialmente partindo da implementação de um clube de robótica, embasado na Robótica Livre e com foco na participação dos estudantes em projetos, o movimento maker tem-se desenvolvido fortemente na identidade da escola,

sendo uma das três frentes de atuação da operação do Programa Inova Escola na Escola Manoel Domingos de Melo.

O relato de experiência aqui apresentado trouxe aspectos teórico metodológicos e resultados da experiência de produção do artefato Tabutrônica. A Tabutrônica é um artefato educacional construído por um grupo composto por estudantes e educadores de uma turma de 3º do Ensino Fundamental de uma escola pública municipal do município da Vitória de Santo Antão, em Pernambuco.

Para tal construção, estudantes e educador desenvolveram uma sequência instrucional que envolveu a pesquisa sobre as soluções já existentes, a ideação das diferentes soluções, a escolha da solução a ser prototipada, a prototipação, a validação e a disseminação da solução desenvolvida.

A análise retrospectiva do Design Experiments realizado permitiu identificar que a sequência instrucional desenvolvida para a produção do artefato educacional Tabutrônica contribuiu para o desenvolvimento de competências curriculares de Matemática e de Ciências Naturais bem como da interdisciplinaridade entre esses dois campos. Mais ainda, também foi possível identificar contribuições da sequência para o desenvolvimento de competências socioemocionais, com forte destaque para a comunicação, colaboração e pensamento crítico.

É possível identificar que a Cultura Maker está em amplo processo de apropriação no sistema de recursos dos educadores da EMDM. Atualmente, é possível mapear práticas que inserem elementos de Cultura Maker em abordagens pedagógicas desenvolvidas por, aproximadamente, 60% dos educadores da escola. Em diferentes momentos, protótipos tem sido desenvolvidos na busca por soluções para os problemas existentes em seu contexto.

Corroborando com Blikstein (2008), afirma-se que tais resultados estão associados a apropriação da Cultura Maker na prática escolar em desenvolvimento no cotidiano pedagógico escolar.

Referências

- Blikstein, P. Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. In J. Walter-Herrmann & C. Büching (Eds.), FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors. Bielefeld: Transcript Publishers.(2013). Disponível em: <https://tltl.stanford.edu/sites/default/files/files/documents/publications/2013.Book-B.Digital.pdf>
- Brasil. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. “Base Nacional Comum Curricular”. Brasília, DF, (2017). Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192. Acesso em: dez. 2017.

- Cobb, P; Confrey, J; DiSessa, A; Lehrer, R; Schauble, L. Design Experiments in Educational Research. V. 32 n. 1, pp.: 9-13, 2003. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.3102/0013189X032001009>
- Guedet, G; Trouche, L. Towards new documentation systems for mathematics teachers? Educ Stud Math, v. 71, pp. 199-218, 2009. Disponível em <http://edumatics.mathematik.uni-wuerzburg.de/mod4/media/reading/Trouche%20and%20Gueudet%202009-0551839234/Trouche%20and%20Gueudet%202009.pdf>
- Halverson, E.; Sheridan, K. “The maker movement in education”. Harvard Educational Review, v. 84, n. 4, p. 495-504, 2014. Disponível em <http://hepgjournals.org/doi/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063?code=hepg-site>.
- Rabardel, P. Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains. Paris: Armand Colin, 1995.