Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

O uso de microcontroladores na formação de futuros professores de matemática: reflexões entre elos criativos

El uso de microcontroladores en la formación de futuros profesores de matemáticas: reflexiones creativas entre ellos

The use of microcontrollers in the formation of future mathematics teachers: reflecting between creative links

Edvanilson Santos de Oliveira
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
Campo Grande, Brasil,
edvanilsom@gmail.com
Orcid: 0000-0002-7666-3885

Patrícia Sândalo Pereira
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
Campo Grande, Brasil,
sandalo.patricia13@gmail.com
Orcid: 0000-0002-7554-0058

Enviado:08/10/2020

Aceito:30/11/2020

DOI: 10.30612/tangram.v3i4.12806

Resumo: O presente relato tem como objetivo discutir até que ponto e de que maneira o uso de microcontroladores em práticas docentes baseadas em elos criativos pode contribuir para a formação de futuros professores de Matemática. Para tanto, realizou-se o estudo na disciplina Prática de Ensino II, no Curso de Licenciatura em Matemática, na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) - *Campus* Campo Grande. Elaborou-se, como aporte teórico-metodológico, a Cadeia Criativa, a qual está ancorada na abordagem sócio-histórico-cultural de desenvolvimento, articulada aos aspectos históricos, conceituais e práticos inerentes à plataforma de prototipagem Arduino. Ao longo da pesquisa, adotou-se, como instrumento de coleta dos dados, o diário com registro das reflexões dos partícipes. O trabalho resultou em contribuições distintas, tanto no que concerne à

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

ampliação do repertório relacionado à prática de programação, quanto na relevância do compartilhamento de desejos e sentidos no contexto da formação inicial de professores de Matemática.

Palavras-chave: Cadeia Criativa. Microcontroladores. Formação inicial de professores.

Resumen: Este informe tiene como objetivo discutir hasta qué punto y cómo el uso de microcontroladores en prácticas docentes basadas en vínculos creativos puede contribuir a la formación de futuros profesores de matemáticas. Para ello, el estudio se llevó a cabo en la disciplina Práctica Docente II, en la Licenciatura en Matemáticas, en la Universidad Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) - Campus Campo Grande. La Cadena Creativa se elaboró como un aporte teórico y metodológico, que se ancla en el enfoque de desarrollo socio-histórico-cultural, vinculado a los aspectos históricos, conceptuales y prácticos inherentes a la plataforma de prototipos Arduino. A lo largo de la investigación, se adoptó como instrumento de recolección de datos el diario con las reflexiones de los participantes. El trabajo resultó en diferentes aportes, tanto en términos de ampliar el repertorio relacionado con la práctica de la programación, como en la relevancia de compartir deseos y significados en el contexto de la formación inicial de los profesores de matemáticas.

Palabras clave: Cadena creativa. Microcontroladores. Formación inicial del profesorado.

Abstract: This report aims to discuss the extent to which and how the use of microcontrollers in teaching practices based on creative links can contribute to the formation of future mathematics teachers. To this end, the study was carried out in the Teaching Practice II discipline, in the Mathematics Degree Course, at the Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS) - Campus Campo Grande. The Creative Chain was elaborated as a theoretical and methodological contribution, which is anchored in the socio-historical-cultural development approach, linked to the historical, conceptual and practical aspects inherent to the Arduino prototyping platform. Throughout the research, the diary with the participants' reflections was adopted as a data collection instrument. The work resulted in different contributions, both in terms of expanding the repertoire related to the practice of programming, and in the relevance of sharing desires and meanings in the context of the initial formation of mathematics teachers.

Keywords: Creative Chain. Microcontrollers. Initial teacher training.

Introdução

A aproximação e o interesse na construção deste estudo e compartilhamento desse relato de experiência tiveram influência da participação ativa do primeiro autor na realização do Estágio Docência no doutorado em Educação Matemática do Programa de Pós Graduação

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

em Educação Matemática da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), onde os trabalhos foram coordenados pela segunda autora, que ministrava a disciplina Prática de Ensino II no curso de Licenciatura em Matemática da UFMS.

Além disso, como elemento mobilizador para elaboração de um estudo com foco no papel dos elos criativos no processo de formação de futuros professores de Matemática está o fato dos constantes avanços no campo da Ciência e Tecnologia, os quais têm se tornado cada vez mais presentes no cotidiano da sociedade contemporânea, afetando as relações sociais, culturais, políticas e educacionais.

Esse panorama, cada vez mais, tem levado pesquisadores a investigar a produção de sentido e significado produzidos pelos professores, confrontado com o uso de diferentes Tecnologias da Informação e da Comunicação na escola.

Para Pierre Levy (1990), pela primeira vez na história da humanidade, o ser humano encontra-se diante de uma nova natureza de trabalho, cuja transmissão de conhecimentos não para de crescer. Trabalhar denota, cada vez mais, aprender, transmitir saberes e produzir conhecimento no ciberespaço, no qual, através de tecnologias intelectuais, as funções cognitivas modificam-se, revelando a necessidade de um contínuo aperfeiçoamento profissional em todas as áreas do conhecimento e isso também inclui a formação inicial do professor.

As reflexões aqui tecidas, serão delineadas sob a compreensão de Cadeias Criativas propostas por Liberali (2018), a qual apresenta uma abordagem teórica sustentada por uma perspectiva libertadora, permitindo compreender as relações entre totalidade, desejo e liberdade, ampliando a produção intencional de repertórios, sentidos e significados, possibilitando aos sujeitos mobilidade na expansão da Cadeia Criativa, conectada à prática em atividades realizadas a partir da realidade dos sujeitos.

Com o propósito de documentar essa experiência, discorre-se sobre os aspectos históricos, conceituais e arquitetura do Arduino, Cadeias Criativas e desenvolvimento de

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

todo contexto formativo de criação e aplicação prática de um produto educacional implementado com uso de um microcontrolador e diferentes componentes eletrônicos.

Plataforma Arduino: aspectos históricos, conceituais e arquitetura

O Arduino é uma plataforma de prototipagem de circuitos eletrônicos analógicos e digitais, composto por um microcontrolador Atmel AVR e um ambiente de programação baseado em *Wiring* e C++. A IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino foi baseada no software *processing*, com uma camada de pós processamento que adiciona e simplifica funcionalidades (Buechley et. al., 2008). Essa linguagem foi desenvolvida no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) e está disponibilizada sobre a licença GPL (*General Public License*) e LGPL (*GNU Lesser General Public License*), sendo completamente *open source* e multiplataforma, podendo ser utilizada nos sistemas Windows, Linux e MAC OS. O *Processing* foi desenvolvido, inicialmente, para facilitar o uso de programação por artistas e ensinar programação de forma simples e interface de programação amigável, o que contribui para utilização de milhões de pessoas em diversas aplicações à produção de softwares (Reas; Fry, 2007).

Devido a sua estrutura física, é possível a interligação de modo ágil de diferentes tipos de sensores (temperatura, pressão, aceleração, ultrassônico, magnéticos, entre outros) e atuadores (motores DC (*Direct Current*), servo motores, motores de passo, relés, válvulas, LEDs (*Light-Emitting Diode*), entre outros), os quais podem ser controlados através do acesso aos GPIO's (*General-purpose input/output* – Entradas e saídas de propósito geral), configuráveis para controle e processamento de dados específicos (Mcroberts, 2011).

Com o processo de difusão dos microcontroladores, o Arduino também passa a integrar o conceito de hardware e software livre, oferecendo todas as informações necessárias para replicar o projeto, como diagrama do circuito eletrônico e *layout* da placa de circuito impresso, permitindo, desse modo, a construção de placas clones compatíveis com a placa original.

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

O Arduino foi concebido em 2005 na cidade de Ivrea na Itália, no *Interaction Design Institute*, por Massimo Banzi e seu aluno David Mellis, os quais, reunidos com os professores David Cuarielles e Gianluca Martino, da Universidade de Malmo, Suíça, implementaram o projeto da placa e do ambiente de desenvolvimento (Evans, Nomle, Hochenbaum, 2013).

O Arduino UNO R3 possui 14 pinos configuráveis, como entradas ou saídas digitais, e que podem ser utilizados através de duas barras de oito pinos. Por apresentar uma arquitetura flexível e programável, a plataforma vem sendo objeto de estudo em diferentes pesquisas em âmbito nacional no contexto do Ensino de Ciências e Matemática (Silva, 2014; Rodrigues, 2014; Santos, 2015; Martins, 2016, Novacoski, 2017; Pereira, 2018; Mafra, 2019).

Cadeia Criativa e suas interlocuções teóricas

A Cadeia Criativa (Liberali, 2018) é vista como processo formativo e está fundamentada em uma abordagem sócio-histórico-cultural sob a ótica da totalidade. Os aspectos conceituais nascem do trabalho de teorização sobre a vida prática e constituem-se de uma categoria teórico-metodológica, a qual conduz à unidade dialética dos conceitos vygotskianos e spinozanos:

> A Cadeia Criativa, com base para uma formação e uma colaboração mais críticas, realiza-se por meio de atividades que se organizam em forma de elos concatenados, de maneira não linear, para alcançar o trabalho com a comunidade e o tratamento de problemas expressos por ela. A relação entre esses elos concretiza-se pela criação intencional e colaborativa de significados em uma atividade que seja base para a produção intencional e colaborativa de novos significados que atuarão como instrumentos em outra atividade (Liberali, 2018, p.13).

A autora aponta que, na base da Cadeia Criativa, está a necessidade de superação da condição de opressão, essencialmente libertadora e emancipatória. Essa ideia sinaliza para importância dos elos colaborativos e de sentidos/significados compartilhados como possibilidade de superação de obstáculos e dificuldades advindas do contexto escolar. Essa abordagem aplicada no movimento da formação inicial e continuada de professores implica

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

também a importância da liberdade docente no ato de criar e recriar em sua prática, pois, por muitas vezes, os professores são "castrados no seu poder de criar e recriar, no seu poder de transformar o mundo" (Freire, 1987, p. 20).

Outro ponto importante a ser destacado está na atividade, visto que "as cadeias criativas se realizam por meio de atividades nas quais o sujeito assume sua condição de produtor de história compartilhada" (Liberali, 2018, p.19). A atividade, nessa perspectiva, pode ser compreendida como "o ato ou conjunto de atos em virtude dos quais um sujeito ativo (gente) modifica a matéria-prima" (Vázquez, 2007, p.219-220), abarcando intencionalmente uma rede complexa de vivências intensas conectadas que constituem Cadeias Criativas.

O ponto central da compreensão das atividades está diretamente relacionado à transformação dos desejos individuais, bem como dos desejos individuais partilhados, produzindo, dessa forma, um desejo compartilhado, que "envolva todos como responsáveis na divisão do trabalho, por pelo menos, uma parcela do objeto em produção" (Liberali, 2018, p. 20).

A Cadeia Criativa fundamenta-se nos estudos de Spinoza (1677, 2003), ao considerar que, apenas na totalidade, há total liberdade, alcançada apenas na comunhão com outros sujeitos.

No processo de produção de novos significados, novos sentidos também são produzidos como "a soma de todos os eventos psicológicos que essa palavra ativa na consciência" (Vygotsky, 1934, 2001, p. 181). Outros relevantes elos da Cadeia Criativa são os conceitos de repertório e mobilidade.

Ao longo da vida, os sujeitos constroem sua identidade, que é singular e sócio-histórica, criando bases para a produção de novas possibilidades de ser e de agir. Nas Cadeias Criativas, os sujeitos utilizam, de forma planejada e intencional, seus repertórios, estabelecidos por meio das atividades em que se engajam.

Através das atividades, os sujeitos mobilizam diferentes saberes, ressignificando, ampliando seu repertório, possibilitando o domínio de recursos específicos, considerados

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

necessários e adequados para uma determinada situação. Nesse movimento, cada sujeito faz uso de seu repertório, mas à medida que realiza uma atividade conjunta, compartilha diferentes significados, recuperando-os em novas atividades.

Liberali (2018) aponta as ideias de ordens de indexicalização propostas por Blommaert (2010, p. 153, tradução da autora), o qual define como "padrões e processos históricos em que se criam percepções linguístico-ideológicas de estabilidade e previsibilidade (desejada)", sendo responsável por demonstrar sentimentos de pertença, identidades, além de definir o que venha a ser bom, normal ou aceitável.

O outro elo da Cadeia Criativa é o processo de mobilidade, o qual permite entender o desenvolvimento intencional dos sujeitos (sua agência) no processo de transformação das atividades, pois os sujeitos constituem-se durante a atividade e têm, como resultado, um produto que pode tornar-se instrumental para todos os partícipes do processo criativo.

Quanto ao processo criativo, os significados produzidos na implementação prática de projetos produzidos entram em um fluxo dinâmico para novas criações/produções, frutos dos significados compartilhados, que também serão ampliados, ressignificados e reconstruídos, em que o caráter de inovação está "a partir da manutenção de traços já construídos" (Liberali, 2018, p. 32).

Nessa mesma linha de pensamento, Csikszentmihalyi (1988) elabora a teoria que denominou perspectivas de sistemas (Gontijo et al, 2019), a qual parte do pressuposto que a criatividade surge das interações entre sujeitos e ambiente sociocultural em que se encontram inseridos, a partir de um dado contexto real e determinado momento histórico de vida, em que o foco da criatividade não está no sujeito criativo, mas nas relações que se estabelecem e a criatividade desenvolve-se.

De acordo com a proposta de Csikszentmihalyi (1988), a criatividade segue um modelo dialético constituído por três grandes forças:

> [...] o campo (conjunto de instituições sociais que selecionam dentre as produções humanas, aquelas que valem apenas ser preservadas), o domínio cultural (que irá preservar e transmitir as novas ideias ou produções

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

> selecionadas para as gerações futuras) e o indivíduo (que produz mudanças no campo e no domínio através de sua ação criativa) (Gontijo et al, 2019, p. 34).

Diante do exposto, percebe-se que a produção de objetos criativos envolve diferentes elos, dentre eles, identifica-se a singularidade do sujeito sócio-histórico, o desejo, a totalidade, a mobilidade, o compartilhamento de significados, a atividade, entre outros. É nesse contexto que, na seção que segue, apresentam-se os aspectos metodológicos que nortearam a experiência desenvolvida à luz dos processos formativos da Cadeia Criativa.

Encaminhamentos metodológicos

O presente trabalho emergiu de uma experiência de ensino desenvolvida na disciplina de Prática de Ensino II (68 horas), a qual compõe a grade curricular do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS, *Campus* de Campo Grande.

O delineamento das atividades realizadas seguiu um escopo para além do currículo prescrito, sob uma perspectiva dialética e colaborativa, onde, no primeiro encontro, com duração de duas horas, os oito futuros professores conheceram a proposta pedagógica da disciplina e puderam, na ocasião, indicar os temas mais relevantes a serem abordados. Para tanto, com base nas discussões iniciais, apresentou-se, no *google classroom*, as temáticas para serem escolhidas, dentre elas: o uso do *Scratch* no desenvolvimento de jogos; a produção de Histórias em Quadrinhos para resolução de problemas; a realidade virtual e aumentada; o desenvolvimento de jogos para celular utilizando o *app inventor*; entre outros, o uso da plataforma de prototipagem Arduino na criação de jogos eletrônicos.

Dentre os temas apresentados, os partícipes optaram pelo estudo da plataforma de prototipagem Arduino na criação de jogos eletrônicos. O motivo da escolha deu-se pelo fato que parte da turma estava realizando a disciplina de Estágio Supervisionado em escolas públicas e tinha o desejo de produzir um equipamento capaz de mobilizar diferentes saberes nas aulas de Matemática de forma lúdica através de tecnologias.

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

A pesquisa foi realizada em sala de aula, com a participação dos oito alunos matriculados na disciplina. Cada aluno recebeu um diário no primeiro encontro e foi convidado para registrar ao término das aulas, ou no momento que achasse oportuno, suas reflexões a respeito dessas aulas, suas aprendizagens ou até mesmo sobre sentimentos e relatos de experiências vivenciadas no processo de criação e ao longo da disciplina.

Para realização da experiência com uso de microcontroladores seguiram-se os passos, apresentados no Quadro 1 (um), delineados com base na construção de um plano de gestão, construído com objetivo de fomentar a produção de significados compartilhados na Cadeia Criativa (Liberali, 2018):

Quadro 1: Plano no de Gestão

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO	AÇÕES NA PESQUISA
Estudar o contexto	Imersão sistemática por meio do estudo de problemas, experiências, expectativas do grupo.	Na primeira aula da disciplina, buscou-se conhecer as expectativas do grupo, desejos de aprendizagem no contexto da Prática de Ensino de Matemática.
Discutir necessidades	Por meio da análise sistemática do contexto e da discussão de suas mais marcantes características, realizar seleção daqueles aspectos que são vistos como necessários para melhoria da qualidade de vida da comunidade e à superação de sua condição de oprimida.	Os partícipes perceberam a necessidade de discutir sobre o uso do Arduino no ensino de Matemática e as possibilidades de uso na escola, pois alguns estavam realizando a disciplina Estágio Supervisionado e gostariam de apresentar atividades que despertassem o interesse dos alunos.
Definir objetivo coletivo	A partir da discussão coletiva, envolvendo o compartilhamento de sentidos sobre o que a	O grupo optou por construir uma passa ou repassa eletrônico com o Arduino, tendo em vista entender que

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

	comunidade acredita ser o objeto mais adequado para atender a necessidade como a mais básica e essencial.	essa seria uma opção de fácil criação e apresentar múltiplas possibilidade de uso.
Refletir sobre as possíveis atividades	Por meio do estudo sobre a responsabilidade de cada pessoa e do grupo pela construção do objeto coletivo e sobre as práticas disponíveis, que podem ser transformadas em objetos idealizados, visando ao objeto coletivo.	O grupo definiu diferentes funções para os partícipes: programação, compra de materiais eletrônicos, construção física de uma caixa protótipo e montagem final.
Planejar as atividades para as esferas de estudar, formar, acompanhar pautadas na reflexão sobre a importância das atividades planejadas para alcançar um objeto coletivo	A organização do lugar para atividades que envolvam estudar, formar e acompanhar o desenvolvimento do objeto em diferentes níveis e desenvolvimentos de estratégias para materializar discursivamente essas atividades.	Após a finalização, realizou-se um encontro ao sábado, com duração de 4 horas, no Laboratório de Matemática, para discutir em quais atividades o equipamento poderia ser empregado. Na oportunidade, ficou definido a apresentação do Passa ou Repassa na III Semana da Matemática, tendo em vista que, na ocasião, o evento realizado pelo Instituto de Matemática (INMA) receberia a visitação de estudantes do Ensino Fundamental de escolas públicas e privadas de Campo Grande – MS. Após o evento, também realizou-se a utilização do Passa ou Repassa nas escolas em que os partícipes dos alunos realizavam as atividades práticas na disciplina de Estágio Supervisionado.

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Organizar essas atividades de acordo com os objetos interligados com a constante avaliação da coordenação e com o relacionamento entre os objetos interligados na Cadeia Criativa	A partir disso, realizar a observação e avaliação da forma com a coordenação das atividades está sendo desenvolvida para reprodução e/ou criatividade, com vistas ao debate crítico e/ou subordinação à ideia de alguém.	Após a apresentação e aplicação do Passa ou Repassa em diferentes contextos, os partícipes reuniram-se para discutir e avaliar a experiência vivenciada, além de realizaram o registro de suas impressões e reflexões em seus diários.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas ideias de Liberali (2018)

Para este estudo, conforme descrito anteriormente no plano de gestão, após a produção e utilização do Passa ou Repassa, solicitou-se ao término de uma das aulas, com duração de 2 horas, que os alunos refletissem e registrassem em seus diários sobre a experiência vivida. Optou-se por selecionar cinco sujeitos para serem informantes, os quais participaram integralmente da dinâmica realizada em todos os encontros.

Como forma de preservar a identidade dos sujeitos da pesquisa, estes serão identificados pelos nomes fictícios de Mário, Sandro, Ana, Maria, Pedro.

Resultados e Discussão

Os resultados encontram-se fundamentados na experiência realizada com base na Cadeia Criativa, onde os registros transcritos das reflexões dos partícipes tornaram-se uma rica fonte de dados.

De acordo com Sandro, evidencia-se a colaboração e partilha de conhecimento no processo de produção, possibilitando a ampliação do repertório dos partícipes no campo da eletrônica e programação de sistemas microcontrolados. Destaca-se, neste aspecto, o papel do professor na Cadeia Criativa, o qual possui uma postura dialógica nas **relações** estabelecidas no processo de construção do conhecimento. Nesse contexto, não há opressor muito menos oprimido, pelo contrário, há sujeitos engajados na produção criativa de um artefato. Outro ponto está relacionado à expressão “fizemos tudo em conjunto”, mencionada

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

por Sandro, a qual reforça o trabalho colaborativo, revelando também a ideia de totalidade e, portanto, total liberdade para criar.

> **Aprendemos** programação básica para usar o Arduino. Esse último, **usamos** para elaborar um jogo de passa ou repassa, sobre matemática. **O professor nos ensinou sobre os elementos para fazer a estrutura, sobre os componentes eletrônicos e seu funcionamento. Fizemos tudo em conjunto**, e foi uma experiência tão rica, pois **desde a programação até a soldagem, sempre tinha alguma coisa para aprender**. Além de todo aprendizado na preparação do jogo, tivemos uma vantagem, pois **este jogo em específico, pode ser trabalhado em diferentes níveis, com diferentes níveis, com diferentes conteúdos** isso sem contar que os alunos estarão exercitando o **que aprendem ao mesmo tempo que se divertem.** (Transcrição dos registros do diário de Sandro, grifo nosso)

Nas atividades, os sujeitos também desenvolvem repertórios que lhes tornam possível dominar determinados recursos específicos, conduzindo a uma dinâmica criativa. Nos registros de Maria, percebe-se a compreensão de criatividade, ao destacar que podem descobrir uma gama de possibilidades para a prática didática, e conforme Liberali (2018, p. 32) "a criatividade está justamente no fato de que novas perspectivas para o significado sempre surgem".

> **Vimos** na disciplina, o Arduino com alguns outros pontos de eletrônica. Com esses artifícios, **pudemos descobrir uma gama de possibilidades para a prática didática**, generalizando tal prática para qualquer possibilidade de conteúdo. O Arduino trabalha com programação e robótica, de tal forma a proporcionar diferentes maneiras de usá-lo, o que vale também para a prática de Ensino. Na disciplina, montamos com Arduino um dispositivo semelhante aos usados no jogo "passa ou repassa", pois assim ele pode ser aplicado sempre que necessário em qualquer matéria de qualquer disciplina. (Transcrição dos registros do diário de Maria, grifo nosso)

As reflexões de Ana contribuem para a discussão sobre criatividade ao pontuar que a experiência abriu um leque de possibilidades de abordagens. A ampliação do repertório de diferentes sentidos e significados compartilhados aponta para a mobilidade de criação em diferentes contextos, ao inferir que estava adaptando o uso do Arduino para acessibilidade de alunos com deficiência visual, em que a criatividade dá-se justamente no entrelaçamento

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

entre aquilo que foi produzido, no repertório de cada sujeito e possibilidade de produção não apenas de um novo produto, como também de diferentes processos.

> O uso do Arduino na confecção de uma máquina para o Ensino de matemática teve muito valor no **nosso** aprendizado, **pois abriu um leque de possibilidades de abordagens** nesse propósito. Além disso, pelo fato de o Arduino ser uma ferramenta com uma vasta aplicação, possibilita outras abordagens e aumenta o alcance, **adaptando-o para acessibilidade de alunos com deficiência visual, por exemplo**. (Transcrição dos registros do diário de Ana, grifo nosso)

O relato de Pedro também conduz reflexões na direção de que a Cadeia Criativa está sempre se retroalimentando, reconstituindo e ressignificando. Embora ele já possuísse um repertório individual na área de programação, o acesso a atividades relacionadas ao uso do Arduino constitui um novo repertório. Observou-se também o reconhecimento da importância do trabalho em grupo no trabalho criativo. Ao destacar que acompanha projetos na internet feitos com Arduino, ele revela outro importante elo da Cadeia Criativa, o desejo. Por meio do desejo individual em uma determinada atividade, partilhado com desejos coletivos, estes realizam-se e transformam-se em um objeto – produto do mundo real. Leontiev (1977) indica que, na atividade concreta, o objeto é idealizado, a imagem criada pelos sujeitos concretiza-se, orientando os sujeitos no uso de instrumentos.

> Tivemos a atividade em Arduino para desenvolver, não tive experiência com Arduino, mas **já programei muito para uma placa programável no curso de ciência da computação** em laboratório do hardware **e acompanho alguns projetos na internet feitas em Arduino por curiosidade e entusiasta.** Arduino é uma placa **programável que tem amplas utilidades e funcionalidade** e usa muito eletrônica para controlar dispositivos acoplados, por ser Código aberto e a comunidade grande, **existem várias possibilidades** e **ajuda do grupo em realizar o projeto**. Na matemática, o Arduino tem muitas utilidades, um exemplo é o projeto que desenvolvemos em sala, desde a programação a eletrônica, tem muita voz em matemática. (Transcrição dos registros do diário de Pedro, grifo nosso)

O relato de Mário denota a dimensão reflexiva-colaborativa-crítica ao refletir sobre experiências vivenciadas em momentos anteriores à realização da disciplina Prática de

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Ensino II e que, através da aprendizagem desenvolvida, possibilitou a mobilização do desejo do sujeito em aprofundar seu repertório teórico-prático quanto ao uso de microcontroladores no contexto da Educação Matemática.

> **Antes da disciplina de prática II, nunca tinha ouvido falar em Arduino**, **fiquei particularmente encantado com as maravilhas que podem ser feitas** com tal ferramenta**. Eu pretendo estudar mais** aplicações para o Arduino, e talvez em um **futuro próximo levar pra sala de aula tais aplicações**, tentando mostrar o poder da ciência e em particular o da matemática. (Transcrição dos registros do diário de Mário, grifo nosso)

De forma geral, as reflexões revelam a presença de diferentes elos da Cadeia Criativa, pressupondo uma experiência intensa através da produção de um produto educacional via microcontroladores, além de possibilitar a (re)construção de múltiplos significados nos processos colaborativos de criação.

Algumas considerações

O presente relato buscou discutir até que ponto e de que maneira o uso de microcontroladrores em práticas docentes baseadas em elos criativos pode contribuir para a formação de futuros professores de Matemática.

Para tanto, pautou-se em discussões teórico-metodológicas à luz de uma abordagem sócio-histórico-cultural com base na Cadeia Criativa, articulando aos aspectos históricos, conceituais e práticos no uso da plataforma de prototipagem Arduino.

Como se pode observar, o termo *cadeia* não está associado à ideia de aprisionamento e detenção, pelo contrário, seu uso esteve e está relacionado a elo, união ou conexão, em perspectiva que reforça o comprometimento com a melhoria da vida nas comunidades.

Os achados revelam que, através da Cadeia Criativa, é possível fomentar o trabalho colaborativo-crítico na formação inicial dos professores de Matemática. Os trabalhos desenvolvidos na disciplina de Prática de Ensino II, no Curso de Licenciatura em Matemática, na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) - *Campus* Campo

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Grande, constituiu uma experiência significativa para ampliação do repertório dos partícipes no que concerne ao uso de microcontroladores, programação e eletrônica no contexto do ensino de Matemática.

Pode-se inferir que a Cadeia Criativa forneceu diferentes elementos que mobilizaram a aprendizagem dos professores, por meio da atividade e do processo de criação de produtos educacionais.

Cabe reforçar que o trabalho colaborativo, o compartilhamento de sentidos e significados individuais/coletivos é algo positivo no processo formativo, pois pode vir a propiciar o potencial criativo.

Diante de tal consideração, esta pesquisa evidencia e corrobora a eficiência da abordagem da Cadeia Criativa na organização de contextos que favoreçam a constituição de sujeitos colaborativos e críticos em ambiente escolar.

Como trabalhos futuros, pretende-se continuar a explorar as possibilidades de uso de microntroladores no campo da Robótica Educacional e na criação de produtos educacionais direcionados ao Atendimento Educacional Especializado (AEE).

Por fim, entende-se que a experiência no berço das práticas colaborativas com base na Cadeia Criativa marcou a formação do primeiro autor enquanto pesquisador, ao trazer constantes reflexões em todo o processo, pois não se deu em um movimento unilateral, pelo contrário, ocorreu de forma dialética no sentido de estar ressignificando o olhar às pesquisas relacionadas à formação inicial de professores de Matemática.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes) – Código de Financiamento 001 e apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil.

Referências

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Buechley, L. et. al. (2008). The lilypad Arduino: using computational textiles to investigae engagement, aesthetics, and diversity in computer Science education. In: ACM. *Procedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, p. 423-432.

Evans, M.; Noble, J.; Hochenbaum, J. (2013). *Arduino em ação*. São Paulo: Novatec.

Csikszentmihalyi, M. (1988). Society, culture, and person: a system view of creativity. In: Stemberg, Robert J. (Org.). *The nature of creativity*. Nova York: Cambridge university Press, p. 325- 339.

Freire, P. *Pedagogy of the oppressed*. (1972). Nova Iorque: Herder and Herder.

Gontijo, C. H.; Carvalho, A. T.; Fonseca, M. G.; Farias, M. P. (2019). *Criatividade em Matemática: Conceitos, metodologias e avaliação*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Leontiev, A. [1977] (2003). *Activity, consciosness and personality*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Lévy, P. (1999). *Cibercultura*. São Paulo: Ed. 34.

Liberali, F. C. (2018). Cadeia Criativa: Conceitos Centrais. LIBERALI, F. C. FUGA, V. P. (Orgs.). *Cadeia Criativa: teoria e Prática em discussão*, Campinas, SP: Pontes Editora.

Martins, M. R. O. (2016). *Uso Da Plataforma Microcontrolada Arduino no Ensino De Eletrodinâmica*. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Do Pampa, Mestrado Profissional Em Ensino De Ciências.

Mafra, M. F. (2019). *Contribuições para o ensino de eletrônica e robótica nas escolas de ensino médio de Presidente Prudente e região*. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente.

Mcroberts, M. (2011). *Arduino Básico*. São Paulo: Novatec.

Novacoski, M. P. (2017). *O Arduino na Programação de experiencias em termodinâmica e em Física Moderna*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física; Formação de Professores de Física; Física na Educação Básica) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, Ponta Grossa.

Pereira, J. A. (2018). *Um recurso didático para o ensino de energia baseado na plataforma Arduino.* Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tangram
Revista de Educação Matemática
e-ISSN: 2595-0967

Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa.

Reas, C.; Fry, B. (2007). *Processing: a programming handbook for visual designers and artists*. Mit Press.

Rodrigues, R. F. (2014). *Arduino como uma ferramenta mediadora no ensino de física.* DISSERTAÇÃO (Mestrado Profissional em Ensino De Ciências, Instituto De Física, Programa De Pós-Graduação em Ensino de Física) Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre.

Santos, J. A. (2016). *Instrumentação eletrônica com arduino aplicada ao ensino de Física*. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional Em Ensino De Física) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Garanhus, Garanhus.

Silva, A. J. B. da. (2014). *Um modelo de baixo custo para aulas de robótica educativa usando a interface arduino* Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional de Conhecimento) - Instituto de Computação, Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional de Conhecimento, Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

Spinoza, B. [1677]. (2003). *Ética demonstrada à maneira dos geômetras.* Tradução: Jean Melville. São Paulo, Martin Claret.

Vygotsky, L. S.; Luria, A. R.; Leontiev, A. [1934]. (2006). *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem.* 10. Ed. Trad. Maria da penha Vilalobos. São Paulo: Ícone.

Contribuições dos Autores

1ª autor: conceitualização; curadoria de dados; análise formal; investigação; metodologia; administração do projeto; supervisão; visualização; redação – rascunho original; redação – revisão e edição.

2º autor: conceitualização; curadoria de dados; análise formal; investigação; metodologia; administração do projeto; supervisão; visualização; redação – rascunho original; redação – revisão e edição.

Este obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.