

DESCOBRINDO O COMPUTAR: TECNOLOGIA, CIÊNCIAS, DESIGN E COMPUTAÇÃO PARA CRIANÇAS DE 4 E 5 ANOS

DISCOVERING COMPUTING: TECHNOLOGY, SCIENCE, DESIGN, AND COMPUTING FOR 4- AND 5-YEAR-OLD CHILDREN

Alessandra Arce Hai^{1*} 

Vânia Paula de Almeida Neris² 

Luciano de Oliveira Neris² 

Kelen Cristiane Teixeira Vivaldini² 

RESUMO: O presente artigo apresenta, analisa e discute por que e como pode se pensar a inserção da tecnologia atrelada às ciências e à computação para crianças de 4 e 5 anos na educação infantil. As reflexões aqui exibidas amparam o trabalho realizado desde 2018 no Projeto Aprendendo e Experimentando Tecnologia e Ciências na Educação de Crianças de 4 e 5 Anos. Procura-se deixar de lado o pensamento que reduz o contato com a tecnologia a *tablets*, celulares ou mesmo montagem de *kits* de robótica. Nesse sentido, calcados pelos campos da neurociência e da teoria histórico-cultural para pensar o desenvolvimento infantil e pelo conceito de usuário ativo, *i.e.*, aquele que utiliza e cria tecnologias computacionais de forma crítica, significativa, reflexiva e ética, compreendemos que a tecnologia envolve todas as criações humanas que alteram os ambientes natural, cultural e social no qual nos encontramos. Reconhecemos os perigos para o desenvolvimento pleno das crianças que envolvem ao mesmo tempo o reducionismo operado no contato com a tecnologia e propomos um trabalho que não desvincule ciências, matemática, *design*, engenharia e computação centrado em elementos do cotidiano das crianças.

Palavras-chave: Tecnologia. STEM. Educação infantil. Neurociências. Computação.

ABSTRACT: This article presents, analyzes, and discusses why and how one can think about the insertion of technology linked to science and computing for children aged 4 and 5 years old in early childhood education. The reflections presented here support the work carried out since 2018 by the Project Learning and Experimenting with Technology and Science in the Education of Children Aged 4 to 5 Years Old. It seeks to put aside the thought that reduces contact with technology to tablets, cell phones or even the assembly of robotics kits. In this sense, based on the fields of neuroscience and cultural historical theory to think about child development and by the concept of active user, *i.e.*, one that uses and creates computer technologies in a critical, meaningful, reflective, and ethical way, we understand that technology involves all human creations that alter the natural, cultural, and social environment in which we find ourselves. We recognize the dangers for the development of children and the reductionism of children's contact with technology and propose a work that does not disassociate science, mathematics, design, engineering, and computing centered on elements of children's daily lives, built with hands-on learning.

Keywords: Technology. STEM. Early childhood education. Neurosciences. Computing.

1. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Educação – São Carlos (SP), Brasil.

2. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Computação – São Carlos (SP), Brasil.

*Autora correspondente: alessandra.hai@ufscar.br

Número temático organizado por: Vânia Almeida Neris  e Alessandra Arce Hai 

Introdução

Nos dois anos de pandemia da Covid-19 e confinamento das populações adulta e infantil, vimos as salas de aula serem trocadas pelas telas dos computadores e celulares. Com acesso desigual, crianças e adolescentes de forma precarizada continuaram seus processos de escolarização. Ao mesmo tempo, esse mesmo grupo, que já fazia uso intenso do mundo digital, fosse em jogos, fosse na internet ou mídias sociais, viu-se aprisionado nesse universo para o estudo e como única forma de lazer.

O neurocientista francês Michel Desmurget (2019, p. 151) em longo estudo já apontava como o uso cada vez mais intenso desses artefatos digitais e eletrônicos vinha ocupando o tempo de lazer de crianças e adolescentes, ocupação que vem privando esses grupos de interações familiares, da prática de leitura, desenho, atividades físicas, subtraindo horas de sono, interferindo em hábitos alimentares, entre outras coisas. Os anos vividos ao longo da pandemia acentuaram o que Desmurget (2019) chama de saturação digital.

Esse cenário acaba alimentando algo que já possuíamos: uma visão reducionista do uso das tecnologias, limitando-as principalmente aos celulares e *tablets* como formas de acesso a jogos e mídias sociais, e desse universo as crianças vêm participando cada vez mais cedo. Isso coloca crianças e adolescentes em um gigantesco mercado de consumo a influenciar suas visões sobre si mesmos e para si e sobre os outros sem de fato compreender, apreender e sequer dominar a tecnologia. O alerta sobre esse cenário foi delineado no documento *Saúde de crianças e adolescentes na era digital*, lançado pela Sociedade Brasileira de Pediatria em 2016 e atualizado em 2019 com o título *#Menos telas #Mais saúde*, em que dados do tempo de uso médio de crianças e adolescentes de aparatos eletrônicos e digitais são apresentados, bem como as consequências já comprovadas para as saúdes mental e física.

Em resposta a esse cenário de saturação digital, desenhamos no fim de 2017 o projeto de extensão Aprendendo e Experimentando Tecnologia e Ciências na Educação de Crianças de 4 e 5 Anos, desenvolvido por pesquisadores dos departamentos de Educação e de Computação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Esse projeto no ano de sua execução também se tornou um projeto de pesquisa com o mesmo título, tendo sido submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (na plataforma Brasil, Certificado de Apresentação de Apreciação Ética 96948718.3.0000.5504). Congregamos assim esforços em uma equipe multidisciplinar para pensar a inserção do uso da tecnologia no trabalho com crianças de 4 e 5 anos da educação infantil, pois, como afirma Desmurget (2019, p. 195), nessa etapa da vida é que a relação com a tecnologia deve ser construída de forma diferente.

Geralmente quando se pensa em tecnologia para essa faixa etária a ênfase recai no uso de TV, *tablets* e celulares, ou muitas vezes no âmbito escolar são oferecidos *kits* prontos de robótica. Reduz-se desse modo drasticamente o entendimento do que a tecnologia significa para nós, seres humanos. Vorazes consumidores começam então a ser construídos.

Nesse sentido, apoiados pelos estudos nos campos da neurociências e da teoria histórico-social e pelo conceito de usuário ativo, *i.e.*, aquele que utiliza e cria tecnologias computacionais de forma crítica, significativa, reflexiva e ética (FISCHER; SCHARFE, 2000), objetivamos o desenvolvimento nas crianças de sua curiosidade, de sua persistência, da capacidade de pensar de forma flexiva e reflexiva e de trabalhar de maneira colaborativa¹. Procuramos também formar o professor como um sujeito ativo nesse processo de apropriação das crianças pelo conhecimento científico que compõe as áreas em questão. Os professores participantes experimentaram, vivenciaram em suas salas de aula a proposta para esse trabalho, sendo também coautores, auxiliando no processo de reflexão e avaliação e propondo atividades e caminhos metodológicos mais eficazes.

Com base nessas premissas e entendendo que não é possível pensar tecnologia separadamente de

ciências, matemática, engenharia, computação e *design*, procuramos construir atividades que envolvessem essas áreas para auxiliar o professor em seu trabalho, alterando a aproximação entre as crianças e as próprias professoras e as questões tecnológicas. Logo, ao propormos atividades, fundamentamo-nos em elementos presentes no dia a dia das crianças permitindo que elas explorem, observem, experimentem, comparem, compartilhem, pensem em soluções, projetem e produzam juntas objetos que as auxiliam a compreender o funcionamento de ferramentas tecnológicas que povoam seu cotidiano.

Este artigo, portanto, apresenta de forma parcial os resultados desses dois projetos realizados com a participação de professoras da creche da Universidade de São Paulo (USP) do *campus* de São Carlos (SP). Para atingirmos o objetivo proposto, iniciou-se pela exploração dos materiais e *designs* necessários para a construção de três objetos que fazem parte de nossa vida cotidiana e da vida das crianças: a lanterna, o controle remoto e um carrinho de controle remoto. A construção desses objetos foi entremeadada por vários experimentos para que a criança explorasse os materiais que os formam e para que pensassem também no *design* deles. Para além da simples introdução de um robô na sala de aula, foi proposto que a criança observasse, construísse, experimentasse os materiais, elementos que constituem alguns objetos cotidianos, e os recriassem em sala de aula. Esse mesmo processo foi vivenciado pelo grupo de professoras, pois nosso objetivo era que elas conseguissem realizar o trabalho autonomamente em sala de aula.

O projeto teve três etapas de execução. A primeira foi um curso de 20 horas de formação Mão na Massa para as professoras, no qual foram montados os objetos em questão e discutidas questões conceituais e científicas que os constituem, assim como apresentadas sugestões de roteiros para as aulas. A segunda etapa foi a aplicação das atividades propostas com as crianças. Ela foi acompanhada por encontros mensais com a equipe da UFSCar, e nas etapas finais houve a participação da equipe de pesquisadores nas aulas com as crianças. A terceira e última etapa foi a avaliação do trabalho realizado, em reunião com as professoras, sobre os sucessos, fracassos e seus porquês, objetivando a melhoria da proposição em pauta.

Procurando apresentar o trabalho realizado e refletir sobre ele, o texto estrutura-se em três seções. Na primeira, ainda que de forma breve, detalhamos nosso ferramental teórico e a aproximação metodológica. Na segunda seção descrevemos como o trabalho foi realizado com as professoras e por elas, destacando os momentos da formação e da aplicação com crianças de 4 e 5 anos, bem como alguns princípios didático-metodológicos que nortearam o trabalho. Por fim, discutimos os resultados do trabalho realizado e apontamos os próximos passos do projeto.

Referencial Teórico

O campo das pesquisas científicas na área da neurociência tem evoluído rapidamente nos últimos 20 anos no entendimento de como nosso cérebro aprende e se constrói ao longo de nossa vida. Esses estudos têm trazido desafios para a área educacional, de maneira especial quando pensamos na massiva presença das mídias sociais e dos jogos digitais na vida de nossas crianças e adolescentes.

As pesquisas conduzidas em várias partes do mundo vêm mostrando que a exposição excessiva a jogos violentos aumenta a agressividade e diminui a resposta empática e compassiva de jovens e crianças, tornando a violência algo banal (ANDERSON *et al.*, 2010; GENTILE *et al.*, 2014). Por outro lado, um grande conjunto de pesquisas também busca compreender se haveria benefícios nos jogos (CARDOSO-LEITE; BAVALIER, 2014). Esses trabalhos apontam que, utilizados por curto espaço de tempo, tais jogos podem auxiliar no desenvolvimento da atenção das crianças, o que demandaria por parte de educadores e responsáveis por crianças e jovens um olhar atento e vigilante sobre o uso de jogos digitais e eletrônicos e o

acesso às redes sociais. Fica sempre a pergunta: como podemos de fato incorporar a tecnologia nas escolas sem aumentarmos a saturação digital já presente na vida de nossas crianças? Primeiramente, ainda que de modo breve, alguns pontos sobre o cérebro e o desenvolvimento infantil precisam ser destacados.

Sabemos que nosso cérebro possui a capacidade de mudar em resposta aos estímulos que recebe do ambiente e às práticas que exercitamos no nosso cotidiano. É a chamada plasticidade cerebral. Esse conceito levou o cérebro a ser visto como algo mutável, permeável às vivências que possuímos (ANSARI, 2012; BRUER, 1999; TANG *et al.*, 2006). Por ter essa característica, tem ficado cada vez mais claro nas pesquisas que a atenção, motivação, percepção, autorregulação e autogestão precisam ser cultivadas, construídas e alimentadas cotidianamente. Ou seja, os adultos precisam atuar com as crianças de modo especial e os adolescentes como corretores, auxiliando-os no trabalho de descoberta e construção pessoal e interpessoal. É o fortalecimento da ideia de tornar crianças e adolescentes cada vez mais conscientes de suas capacidades e habilidades, conhecendo-se e conhecendo o outro e o mundo em que estão inseridos, compreendendo assim o caráter sistêmico que nos interconecta nesse planeta. É a busca de um olhar holístico do desenvolvimento da criança e do adolescente (DAMASIO, 2021; DAVIDSON; BEGLEY, 2012; GOLEMAN; DAVIDSON, 2018).

Quando pensamos no trabalho da escola, destaca-se a importância de olharmos para esse conjunto de pesquisas e pensarmos em caminhos para enfrentar com as crianças e os adolescentes o desafio de se relacionar de forma consciente com todos os artefatos/mundos digitais e eletrônicos no qual se encontram imersos em seu cotidiano. Na infância, em seus primeiros anos, o que marca o desenvolvimento é a descoberta do mundo, de si e do outro. O cérebro está em pleno desenvolvimento, e já se sabe que a prática na qual focamos, ou seja, a prática que perdura, altera estruturas cerebrais a longo prazo. O que vivemos e experienciamos influencia diretamente no desenvolvimento de nosso cérebro.

Do ponto de vista do desenvolvimento infantil, com base nos estudos da teoria histórico-cultural, esse período marca o início do desenvolvimento das funções psíquicas superiores, como a atenção, a vontade, as capacidades de memorização e de autorregulação emocional e social. Esse processo de aprendizagem precisa ocorrer no mundo real; a interação e a mediação dos adultos são fundamentais, auxiliando a criança. Especialmente nas salas de educação infantil, o trabalho com a ferramenta metodológica do pensamento compartilhado sustentado (SIRAJ-BLATCHFORD; SILVIA, 2004), ou seja, o amparo à criança a construir formas de pensar e de expressar-se, desafiando-a intelectual e também corporalmente, se faz essencial.

A criança, portanto, amparada pela professora ou pelo professor, precisa atuar no mundo que está à sua volta, pois essa fase é o momento de intensa mão na massa, de construir, reconstruir, de colocar as mãozinhas em ação. É desse mundo multidimensional que se precisa partir para que a criança vá aos poucos incorporando todos aqueles conhecimentos que não estão visíveis nos objetos que a cercam e nos fenômenos que ela presencia no seu cotidiano (CHAIKLIN; HEDEGAARD, 2005; FLEER, 2016; HAI, 2018). O duplo movimento proposto por Hedegaard (2004), o ensinar criando conexões entre o conhecimento científico e o conhecimento que as crianças já possuem de suas vivências cotidianas, é fundamental. Para isso, a pesquisa ativa e a busca por modelos conceituais se fazem necessárias. Conforme nos lembram Chaiklin e Hedegaard (2005), quando a criança incorpora no seu dia a dia o conhecimento científico utilizando-o é que a aprendizagem de fato ocorreu.

As crianças encontram-se mergulhadas nesse universo povoado por artefatos tecnológicos. Para realizarmos esse duplo movimento, em que partimos do cotidiano para chegarmos ao conhecimento científico que se encontra nesses artefatos, nosso grande desafio é transpor a visão reducionista da tecnologia, bem como não tornar esse trabalho um componente a mais a ampliar a saturação digital. Para isso, além de compreendermos o desenvolvimento infantil e as formas metodológicas para elaborar um trabalho didático, fez-se necessário entender como essa tecnologia e a relação que se estabelece entre ela e as crianças ocorrem e

como ainda que sucintamente essas questões têm sido discutidas nos âmbitos das ciências e da computação.

A relação de crianças pequenas com os artefatos tecnológicos vem sofrendo mudanças frequentes. Desde a oferta de sistemas computacionais em plataformas *desktop* como ferramentas para desenho e pintura e jogos como quebra-cabeça ou memória, a oferta atual de soluções engloba uma gama de outros sistemas que são ofertados em plataformas móveis, vestíveis e embarcadas em brinquedos. As crianças também têm se comunicado com familiares e amigos e consumido desenhos e outros muitos vídeos de entretenimento.

Para a indústria da computação, a oferta de novas tecnologias e com diferentes formas de interação, como *joysticks*, *tablets*, relógios, robôs e brinquedos conectados (*Itoys*), representa um mercado consumidor de interesse que, muitas vezes, faz uso da ideia de *smart*, no sentido do inteligente e esperto, tanto para o produto como para a criança que o usa.

No entanto, como discutido, essa relação de consumo das soluções de tecnologia pelas crianças é dicotômica. Se por um lado poderia favorecer o desenvolvimento de algumas habilidades neurológicas, por outro pode gerar vício, levar à passividade e à perda de oportunidades de aprendizado. Parece ser consenso que a nossa coexistência com esses aparatos tecnológicos tende a aumentar, e não é possível ou desejável afastar as crianças desse convívio. Então, como estabelecer uma relação benéfica das crianças pequenas com essas soluções, favorecendo o desenvolvimento neurocognitivo?

Michael Cooley, engenheiro e ativista em favor de práticas centradas no humano e de produção de tecnologias socialmente úteis, declarou: “A ciência e a tecnologia não nos são dadas. Elas não são como o sol, a lua ou as estrelas. Elas são feitas por pessoas como nós. Se elas não estão fazendo para nós o que nós queremos, nós temos o direito e a responsabilidade de mudá-las” (COOLEY, 1981). Inspirados por essa reflexão, cabe-nos perguntar: seria possível repensar a forma como criamos as soluções de tecnologia e nos relacionamos com elas, deixando o papel de usuário passivo, que consome sem questionar aquela criação ou participar dela, para assumir uma posição de usuário ativo, *i.e.*, aquele que utiliza e cria tecnologias computacionais de forma crítica, significativa, reflexiva e ética? Quais são as responsabilidades das partes envolvidas, incluindo os professores, no processo de educação e crescimento das crianças que estão envoltas por tecnologia?

Papert (1985) acreditou e mostrou ser possível que as crianças programassem computadores. Com a criação da tartaruga cibernética, em 1980, e da linguagem de programação Logo, sistemas como Scratch permitem às crianças passar instruções e designar ações a outros programas ou dispositivos. Na computação, essa prática é denominada de programação pelo usuário final, fazendo referência a uma área do conhecimento que propõe métodos, técnicas e ferramentas que permitem a usuários de sistemas de *software* que atuam como desenvolvedores de *software* não profissionais, em algum momento, criar, modificar, ou estender um artefato de *software* (LIEBERMAN *et al.*, 2006). Práticas nesse campo levaram à disseminação da programação visual e dos *kits* de robótica para as crianças pequenas.

Fischer *et al.* (2004) e Fischer, Fogli e Piccinno (2017), em pesquisas realizadas no Center for Lifelong Learning and Design, da Universidade do Colorado, discutem os limites das práticas de uso de linguagens de programação por usuários finais e propõem o conceito de *metadesign*. O termo faz referência à criação de sistemas que estejam preparados para a mudança, coevoluindo com os usuários e sendo moldados, alterados e programados pelos usuários finais. O conceito requer o desenvolvimento de soluções sociotécnicas que possam empoderar o usuário para que ele altere sistemas não somente durante a programação, mas principalmente durante o uso, de tal forma a levar o usuário a um benefício social desejado. É a ideia do *design* para o *design*, no sentido de conceber uma solução que será alterada, em tempo de uso, pelo usuário final.

Todavia, a relação das crianças como usuários ativos demanda mais do que montar, criar e programar. É preciso que elas entendam os fundamentos que corroboram a criação daquela tecnologia, e somente assim elas serão capazes de criticamente se relacionar com a solução. Ao compreenderem o conceito de memória

finita, elas entenderão quando não for possível instalar mais um jogo no celular, e isso pautará suas ações futuras. Ao saber que é possível enviar dados pela variação de um sinal eletromagnético, entenderão que não há mágica ao usar o controle remoto da televisão. Também pode decorrer daí uma melhor compreensão sobre a oferta de serviços de internet, sua disponibilidade ou sua ausência, seu custo e demanda de equipamentos, por exemplo. Para isso, não é possível separar no trabalho com as crianças as várias áreas de conhecimento que desvelam pouco a pouco todo esse universo que as encanta e constrói um olhar e um estar para com a tecnologia muito além do simples consumo, mas que as torna coprodutoras.

Assim, calcados por referências da educação e da computação, argumentamos que é preciso repensar as práticas nesse campo educacional para que o trabalho dos educadores não desvincule ciências, matemática, *design*, engenharia e computação e seja centrado em elementos do cotidiano das crianças. A seção subsequente apresenta ações realizadas nessa direção no âmbito do Projeto Aprendendo e Experimentando Tecnologia e Ciências na Educação de Crianças de 4 e 5 Anos.

No próximo item detalhamos o material utilizado para o trabalho com as crianças e professores, bem como as etapas do trabalho realizado.

Projeto Aprendendo e Experimentando Tecnologia e Ciências na Educação de Crianças de 4 e 5 Anos

O projeto surgiu da colaboração de pesquisadores dos campos da educação infantil e da computação, com formações distintas, mas com o ideal comum de pensar melhores práticas para a educação de crianças pequenas que vivem rodeadas por tecnologia. A soma de competências sobre o ensino na educação infantil, o *design* de tecnologias centrado no humano, a robótica educacional e a construção de sistemas embarcados permitiu ao grupo criar propostas de atividades educacionais a serem aplicadas por professores da educação infantil com crianças de 4 e 5 anos, visando à experimentação de processos e à construção de artefatos tecnológicos do cotidiano das crianças por meio do ensino de ciências e matemática e das práticas do *design* e da engenharia.

A concretização do projeto demandou a busca por uma instituição parceira que aceitasse o desafio de permitir a realização das atividades. A creche da USP/São Carlos, instituição modelo na educação infantil e com histórico de abertura à inovação nas práticas e busca por excelência no ensino, mostrou-se o parceiro adequado para a implantação do projeto. Assim, o grupo de pesquisadores criou um material para auxiliar no trabalho de professores da educação infantil e ministrou um curso preparatório na semana de planejamento e formação de professores que antecede o início das aulas na creche. A formação foi oferecida a todas as professoras da creche, e não somente àquelas que atuam com crianças de 4 e 5 anos.

Durante a formação, os pesquisadores apresentaram conceitos e materiais e construíram artefatos em conjunto com as professoras. Uma apostila foi oferecida para guiar e auxiliar o trabalho das professoras nos experimentos e atividades propostos. A apostila foi organizada em duas partes.

A primeira parte da apostila apresentou experimentos que antecederam a construção dos objetos elencados trabalhando conceitos de física, química e matemática. Foram abordados três temas: questões de energia, conduz ou não conduz, e luz, LED e lâmpada. A forma de trabalhar com esses experimentos se centrou na proposta apresentada no livro de Hai *et al.* (2020) em que o trabalho com ciências é tomado como um dos grandes pilares para o desenvolvimento da imaginação e da criatividade das crianças (ELKONIN; ZAPOROZHETS, 1971; VIGOTSKI, 1987).

Ao mesmo tempo, ciências aqui foi pensada conforme o trabalho com *science, technology,*

engineering e *mathematics* (STEM) tomando como pontos didáticos e metodológicos quatro passos que envolvem o trabalho conjunto nessas áreas, com base em Stone-Mac Donald *et al.* (2015): pensar sobre, tentar resolver/fazer, testar e consertar/refazer e compartilhar. O trabalho de Charpak, Pierre e Quere (2006), do Projeto Mão na Massa, em que uma grande variedade de experimentos é apresentada para as crianças guiando seu olhar para o além do aparente, norteia também essa proposta. Assim, fora o material criado, os experimentos foram perpassados pela leitura de livros da coleção “Luna: Eu Quero Saber”, de Célia Catunda e Kiko Mistrorigo, bem como pelas animações produzidas para a TV. Exploramos ainda um pouco livros que trabalham a questão da tecnologia voltada para crianças; foi utilizado o livro da série “Abra e Descubra”, da editora Usborne, *Como funciona o computador?*. Destaca-se que nessa primeira parte foram explorados fenômenos físicos que fundamentam o funcionamento da máquina que computa.

A segunda parte da apostila apresentou experimentos que guiaram a construção de artefatos do cotidiano das crianças: a lanterna, o controle remoto e o carrinho controlado remotamente (com fio e depois sem fio). Nessa segunda parte, a prática do *design* e da engenharia e os fundamentos da computação foram diretamente explorados.

Durante a semana de formação, foram ministradas pelos pesquisadores aulas de eletrônica básica às professoras da creche. As aulas objetivavam nivelar o conhecimento dos envolvidos nas atividades previstas de manipulação de componentes eletrônicos e versaram sobre definições básicas de eletricidade, de tensão e de corrente elétrica, sobre componentes eletrônicos (resistores, *protoboard*, LED, chaves, motor DC, bateria), sobre instrumentos de medição (multímetro) e sobre a plataforma de desenvolvimento Arduino (*hardware* e *software*). Ao final da formação, com os carrinhos construídos com *cases* e rodas de CD e controle por botões, foi realizada uma corrida.

Após a formação, professoras das turmas da creche com crianças de 4 e 5 anos começaram a realizar as atividades sugeridas. Além das atividades apresentadas durante a formação, outras foram sendo incorporadas no processo conforme o *feedback* das professoras e por sugestão dos pesquisadores. Inicialmente foram feitas atividades de conhecimento dos materiais pelas crianças, objetivando apresentar as propriedades da matéria e as características físicas dos objetos. A estratégia foi explorar materiais em uma variedade de produtos e examinar a sua estrutura e a sua produção. Foram disponibilizados para manipulação e socialização das experiências das crianças objetos contendo ferro, cobre, alumínio, zinco, plástico, borracha e papéis variados. Subsequentemente, as três etapas previstas na primeira parte da apostila foram então aplicadas.

Nessa primeira etapa, denominada questões de energia, foram previstas atividades, totalizando 10 horas de duração. Essas atividades tinham como objetivo favorecer a compreensão dos conceitos de energia em ondas e os conceitos de som e luz, reconhecimento da energia luminosa, percepção dos conceitos de amplitude, comprimento, frequência, tom e volume, ampliação das noções acerca dos computadores e criação das primeiras imagens mentais de como o computador funciona por dentro. As atividades realizadas foram: “Como enxergar o som”, utilizando amido de milho; “Como enxergar a voz” e “Câmara escura com lente”, extraídas do canal do YouTube² e do livro *Manual do mundo*; e “Caixa acústica para celular”, “Máquina que desvenda o branco” e “Projektor de celular”, extraídas do livro *Manual do mundo: 50 experimentos para fazer em casa*.

Na segunda etapa, chamada de conduz ou não conduz, previram-se atividades, no total de 8 horas de duração, cujo objetivo era apresentar o conceito de pigmentação, as cores visíveis e o fenômeno do arco-íris, a percepção da radiação ultravioleta, a propagação da energia por meio de fios e sem fios e a percepção da energia estática. As atividades realizadas foram “Segredo das cores da canetinha”, “Tinta invisível para luz negra”, “Gelatina fluorescente comestível” e “Como fazer arco-íris caseiro com DVD”, extraídas do canal do YouTube do Manual do Mundo; e “Pilhas de pepino” e “Cabo de guerra elétrico”, extraídas do livro *Manual do mundo: 50 experimentos para fazer em casa*.

Na terceira etapa, denominada luz, LED e lâmpada, as crianças foram orientadas a pesquisar em casa com a família e a criar desenhos, colagens, gravações de diálogos, filmagens ou fotografias sobre a origem, o uso e a construção desses artefatos com base nas questões apresentadas em sala de aula.

A segunda parte da apostila descreveu a construção de seis artefatos por meio de roteiros de montagem. Cada roteiro apresenta os conhecimentos prévios necessários, os conhecimentos sendo trabalhados, os materiais necessários dispostos na forma de tabela contendo as quantidades, a imagem e a descrição de cada item. O documento também traz as instruções de montagem descritas em passos bem definidos, os diagramas elétricos e os esquemas de montagem que permitem visualizar o resultado desejado, como ilustra em parte a Fig. 1. Nesta, pode-se ver parte da lista dos materiais utilizados no experimento 2, com a quantidade, uma imagem do material (nesse caso, um resistor) e a especificação. À direita, vê-se um circuito elétrico com representação técnica (com legenda e símbolo) de bateria, botão e resistor. A imagem dos materiais auxilia na identificação por semelhança pelos professores e pelas crianças. Os símbolos técnicos podem ser aprendidos quando apresentados de maneira adequada, acompanhados de legenda próxima e legível.

Experimento 2

Transformando a lanterna em um controle remoto

Conhecimento prévio:

- experimento 1

Conhecimento sendo trabalhado:

Passagem de sinal (energia) sem que eu possa ver, frequência

Material

Qtde.	Imagem	Descrição
		Lanterna construída no Experimento 01
1		LED IR-TIL32 - Emissor 940 nm
1		Resistor 360 R

Instrução de montagem:

1. Substituir o LED 5mm utilizado no experimento 01 pelo KED IR TIL32;
2. Substituir o resistor 200R utilizado no Experimento 01 pelo resistor 360R;
3. Testar o circuito pressionando o botão para acender o LED IR. A luz emitida somente poderá ser visualizada através de uma câmera digital (celular ou Webcam)

Diagrama

Figura 03 - Circuito Elétrico - Experimento 02

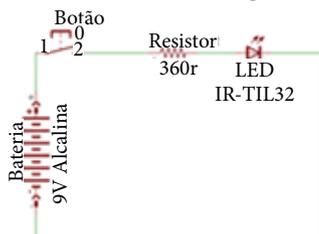
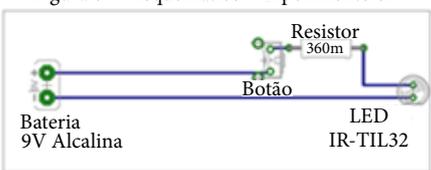


Figura 04 - Esquemático - Experimento 02



Fonte: Autores.

Figura 1. Parte do roteiro de montagem para a transformação de uma lanterna em um controle remoto.

O primeiro artefato construído foi uma lanterna, para trabalhar os conhecimentos sobre transmissão de energia pelo fio, contato mecânico (interruptores), passagem de corrente elétrica e emissão de luz. As crianças manipularam resistores, LEDs, baterias, interruptores e fios elétricos e foram orientadas a usar embalagens plásticas comuns presentes na creche, como o invólucro da lanterna. A Fig. 2 apresenta dois momentos da prática. Na Fig. 2a, uma criança trabalha na montagem da lanterna comparando o elemento físico (resistor) com o desenho. Na Fig. 2b, a criança brinca com o artefato construído.

O segundo artefato envolveu a transformação da lanterna previamente construída, emissora de luz visível, em um emissor de luz invisível (infravermelho). O conceito trabalhado foi a transmissão de sinal (energia) em diferentes frequências do espectro eletromagnético. As crianças manipularam LEDs IR e visualizaram a luz emitida por meio dos celulares dos professores, cujas câmeras são capazes de captar o infravermelho próximo. As professoras fizeram anotações sobre as reações das crianças ao realizarem a prática. O Quadro 1 apresenta trechos dos relatos feitos pelas professoras sobre conversas com as crianças após a construção da lanterna.

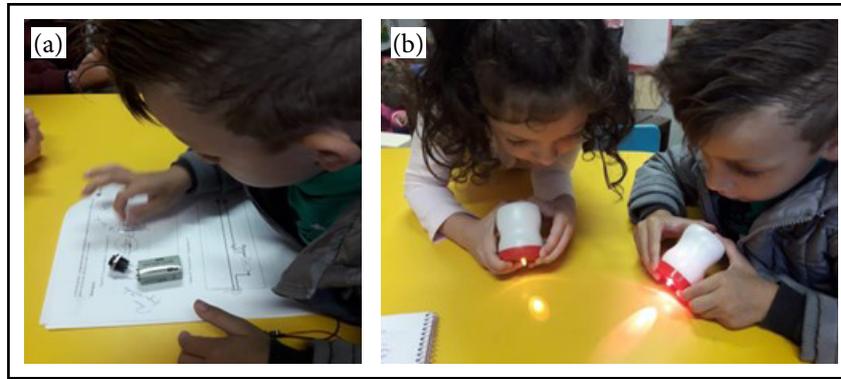


Figura 2. (a) Montagem e (b) uso da lanterna.

O terceiro artefato construído foi um circuito de acionamento de um micromotor de corrente contínua por luz infravermelha. O objetivo foi explorar o acionamento remoto via ondas eletromagnéticas semelhantes às de um controle remoto. As crianças manipularam fototransistores, transistores, diodos e motores elétricos. Os testes de acionamento foram realizados utilizando a lanterna transformada anteriormente.

Quadro 1. Trecho de anotação das professoras sobre conversa com as crianças após a construção da lanterna. Reprodução, por meio de fotografia, de anotação feita à mão.

Professora: Por que a lanterna acendeu?
 Crianças: Porque tava com a bateria.
 Professora: O que tem dentro da bateria?
 Crianças: Energia da bateria que acendeu a lanterna.
 Professora: Pra que serve o resistor?
 Crianças: Pra luz não queimar.
 Professora: Para que serve o fio?
 Crianças: Para passar a energia para a lanterna.

O quarto artefato construído foi um carrinho acionado por controle remoto com fio. O carrinho proposto foi adaptado do modelo apresentado na página 11 da revista *Mecatrônica Fácil*, n. 9, de março de 2003, e os principais materiais utilizados foram rodízios giratórios, caixas acrílicas de armazenamento de CD, CDs, parafusos, porcas, arruelas, motores DC, bateria, cabos e interruptores empregados na construção do módulo de acionamento dos motores.

O quinto artefato construído foi um carrinho acionado por controle remoto sem fio. O objetivo foi inserir um microcontrolador e um módulo de comunicação capazes de receber comandos básicos de movimentação do carrinho previamente construído, como andar para frente, virar para a esquerda, virar para a direita e parar. O módulo Arduino Pro Mini foi empregado como o módulo de processamento, e o módulo Wireless 2.4G NRF24L01, para a recepção dos dados. A Fig. 3 ilustra momentos com o carrinho. Na Fig. 3a, uma criança trabalha na montagem do carrinho colocando a bateria. Na Fig. 3b, crianças brincam com o artefato construído.

Por fim, o sexto artefato construído foi um tabuleiro de acionamento sem fio do carrinho previamente construído, tendo como conhecimento trabalhado a comunicação sem fio. O tabuleiro, composto de duas peças de tapete EVA de 50 cm × 50 cm × 1 cm, possibilita informar até três movimentos a serem executados pelo carrinho mediante o posicionamento de peças contendo pequenos ímãs. A posição da peça e, conseqüentemente, a direção do movimento são determinadas por intermédio de chaves magnéticas que detectam a presença ou a ausência do campo magnético em uma posição específica. O sinal é então interpretado por um módulo Arduino Pro Mini, e o comando, enviado ao carrinho por meio de um módulo *wireless 2.4 G*.

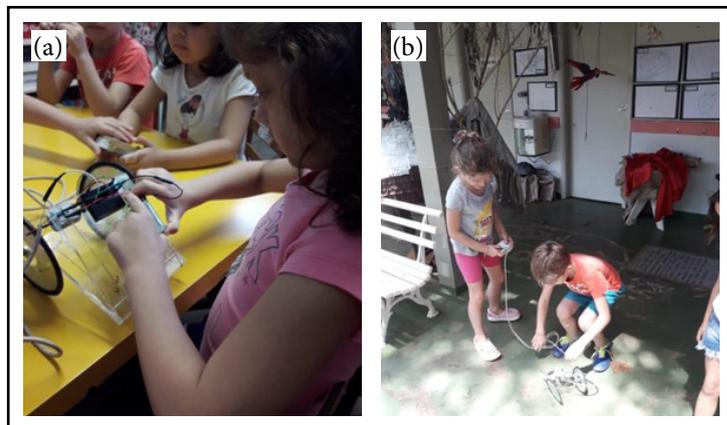


Figura 3. Momentos com o carrinho.

Conclusão

O trabalho realizado ao longo do ano de 2018 nos trouxe vários desafios, questionamentos e surpresas. Durante todo o processo, estivemos em contato direto com as professoras que conduziram as atividades em uma troca constante de experiências.

O desmistificar do contato com a tecnologia precisou primeiramente ser trabalhado com as professoras no curso intensivo de formação, pois o trabalhar com materiais que tradicionalmente são associados ao fazer masculino em nossa sociedade as desafiou. O encantamento com a descoberta de que era possível fazer, de que elas eram capazes de cortar fios, de realizar soldas, montar e compreender questões que envolviam eletrônica e eletricidade, conceitos da física e da química foi sendo construído aos poucos. Esse movimento foi fundamental para que o trabalho pudesse ocorrer com as crianças e se construísse o protagonismo das professoras.

Paralelamente a essas descobertas, durante a formação houve intensa troca de ideias entre nós e as professoras na busca por materiais e alternativas viáveis para a construção dos artefatos. Era preciso pensar em conjunto sobre os materiais disponíveis e que estavam ao alcance das crianças e famílias e, por outro lado, compreender as habilidades de construção das crianças, habilidades essas já conhecidas pelas professoras. Por exemplo, a ideia de utilizar embalagens de fermento para a lanterna (conforme Fig. 2) foi a solução encontrada pelas professoras pensando na manipulação por parte das crianças do material a ser utilizado.

O trabalho com as crianças levou ao encantamento delas em todas as etapas. Como a introdução da construção de cada artefato era antecedida por um conjunto de experimentos científicos, as crianças instigavam-se passo a passo. O trabalho era feito nas salas de aula em dias e horários específicos, e isso criou uma expectativa positiva nas crianças, que esperavam ansiosas pelo dia do experimento. A ideia de fixar um dia na semana para as atividades integrava o procedimento didático-metodológico, pois assim pensar em tecnologia e ciências passou a fazer parte da rotina de trabalho das crianças.

As crianças conseguiram realizar com certa tranquilidade atividades que foram desafiadoras para as professoras, como, por exemplo, montar um circuito elétrico com base em um roteiro (como apresentado na Fig. 1). Os conceitos científicos foram sendo experimentados, vivenciados e apreendidos utilizando-se a linguagem científica (conforme a Fig. 3), segundo a capacidade de apreensão que as crianças tinham naquele momento. As atividades que demandaram o uso de rotinas de *software* (para o movimento do carrinho) contaram com apoio próximo dos pesquisadores da área de computação. Acreditamos que esse apoio foi

necessário, dado que a formação inicial dos professores abordou mais os conceitos de física e eletrônica e menos sobre programação ou execução de rotinas de *software*.

Por fim, nos encontros para discutir dificuldades e compartilhar ideias com as professoras, bem como ouvir seus relatos, fomos instigados a pensar atividades de outras vertentes da educação em computação que envolvessem, por exemplo, as questões do pensamento lógico e computacional. Assim, fomos levados a refinar as atividades e pensar em outras. Como resultado, criamos o *site* Descobrindo o Computar (<https://lifes.dc.ufscar.br/computar/>). Ali, pode ser encontrado um conjunto de planos de aula (incluindo as atividades realizadas nos projetos) para ser utilizado por professoras e professores de educação infantil em suas salas de aula. Nesse *site*, ampliamos conceitos explorados nesse projeto e caminhamos além, trazendo a computação desplugada e o pensamento computacional para ser trabalhado com crianças pequenas. Parte dessas atividades fez parte de uma segunda intervenção na creche da USP/São Carlos no ano de 2019. Infelizmente, a pandemia de Covid-19 e suas restrições interromperam o trabalho.

Notas

1. Segundo Fischer e Scharff (2000), a participação ativa nos processos de *design* implica que as pessoas participantes desejam se envolver nesse tipo de atividade. Uma das pré-condições para isso é a mentalidade cultural de que a participação desempenha o papel principal. Pode-se dizer então que para assumir o papel de usuário ativo é necessário ter uma mentalidade de *designer*. Nesse sentido, é preciso fornecer a oportunidade e os recursos para o debate social, a discussão e o conhecimento colaborativo. Não confundir o conceito de usuário ativo, adotado neste trabalho, com outro que possa ser usado para fazer menção a um usuário que apenas se mantém usando uma plataforma ou um serviço.
2. O canal Manual do Mundo pode ser acessado via *link* disponível em: <https://www.youtube.com/@manualdomundo/featured>. Acesso em: mar.ço de 2023.

Conflito de Interesse

Nada a declarar.

Contribuição dos Autoras

Conceitualização, Metodologia e Investigação: Hai AA; Neris VPA; Neris LO; Vivaldini KCT;
Redação – Primeira versão: Hai AA; Neris VPA; Neris LO; **Redação – Revisão & edição:** Hai, AA; Neris, VPA.

Financiamento

Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal de São Carlos.
Projeto No: 23112.000209/2018-49.

Disponibilidade de Dados da Pesquisa

Dados serão fornecidos se solicitados.

Agradecimentos

Os autores agradecem à direção da creche da USP/São Carlos a parceria e a acolhida generosa. Agradecem também às professoras da creche que realizaram conosco esse trabalho de maneira pioneira e dedicada. À professora Carolina Costa Miguel, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFSCar à época. Aos pais, a autorização, e às crianças, que muito nos ensinaram.

Referências

ANDERSON, C. A.; SHIBUYA, A.; IHORI, N.; SWING, E. L.; BUSHMAN, B. J.; SAKAMOTO, A.; ROTHSTEIN, H. R.; SALEEM, M. Violent video game effects on aggression, empathy, and prosocial behavior in Eastern and Western countries: a meta-analytic review. **Psychological Bulletin**, v. 136, n. 2, p. 151-173, 2010. <https://doi.org/10.1037/a0018251>

ANSARI, D. Culture and education: new frontiers in brain plasticity. **Trends in Cognitive Science**, v. 16, n. 2, p. 93-95, fev. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.11.016>

BRUER, J. **The myth of the first three years: a new understanding of early brain development and lifelong learning**. Nova York: The Free Press, 1999.

CARDOSO-LEITE, P.; BAVALIER, D. Video game play, attention, and learning: how to shape the development of attention and influence learning? **Current Opinion in Neurology**, v. 27, n. 2, p. 185-191, 2014. <https://doi.org/10.1097/wco.0000000000000077>

CHAIKLIN, S.; HEDEGAARD, M. **Radical-Local teaching and learning: a cultural historical approach**. Aarhus: Aarhus University Press, 2005.

CHARPAK, G.; PIERRE, L.; QUERE, Y. **Los niños y la ciência: la aventura de la mano la masa**. Buenos Aires: Siglo XXI, 2006.

COOLEY, M. **Discurso de recebimento do prêmio concedido pela fundação The Right Livelihood**. Right Livelihood, 1981. Disponível em: <https://rightlivelihood.org/speech/acceptance-speech-mike-cooley/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

DAMASIO, A. **Feeling & knowing: making minds conscious**. Nova York: Pantheon Books, 2021.

DAVIDSON, R. J.; BEGLEY, S. **The emotional life of your brain**. Nova York: Penguin Random House, 2012.

DESMURGET, M. **La fábrica de cretinos digitais: los peligros de las pantallas para nuestros hijos**. Barcelona: Península, 2019.

ELKONIN, D.; ZAPOROZHETS, A. V. (org.). **The psychology of preschool children**. Cambridge: MIT Press, 1971.

FISCHER, G.; FOGLI, D.; PICCINNO, A. **Revisiting and broadening the meta-design framework for end-user development**. [S.l.: s.n.], 2017. 459 p.

FISCHER, G.; GIACCARDI, E.; YE, Y.; SUTCLIFFE, A. G.; MEHANDJIEV, N. Meta-design: a manifesto for end-user development. **Communications of the ACM**, v. 47, n. 9, p. 33-37, 2004. <https://doi.org/10.1145/1015864.1015884>

FISCHER, G.; SCHARFF, E. Meta-design: design for designers. *In*: CONFERENCE ON DESIGNING INTERACTIVE SYSTEMS: PROCESSES, PRACTICES, METHODS, AND TECHNIQUES, 3., 2000. **Anais...** 2000. p. 396-405.

FLEER, M. **Technologies for children**. Austrália: Cambridge University Press, 2016.

GENTILE, A.; LI, D.; KHOO, A.; PROT, S.; ANDERSON, C. A. Mediators and moderators of long-term effects of violent video games on aggressive behavior. **Journal of the American Medical Association**, v. 168, n. 5, p. 450-457, 2014. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2014.63>

GOLEMAN, D.; DAVIDSON, R. **Altered traits**. Nova York: Penguin Random House, 2018.

HAI, A. A. **Educação infantil: alimentação, neurociências e tecnologia**. Campinas: Alínea, 2018.

HAI, A. A.; SILVA, A. S. M. D.; VAROTTO, M.; MIGUEL, C. C. **Ensinando ciências na educação infantil**. 2. ed. Campinas: Alínea, 2020.

HEDEGAARD, M. A cultural-historical approach to learning in classrooms. **Outlines. Critical Practice Studies**, v. 6, n. 1, p. 21-34, 2004. <https://doi.org/10.7146/ocps.v6i1.2148>

LIEBERMAN, H.; PATERNÒ, F.; KLANN, M.; WULF, V. End-user development: an emerging paradigm. *In*: LIEBERMAN, H.; PATERNÒ, F.; WULF, V. (org.). **End user development**. Amsterdam: Springer, 2006. p. 1-8.

MECATRÔNICA FÁCIL, São Paulo, n. 9, mar. 2003.

PAPERT, S. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

SIRAJ-BLATCHFORD, I.; SILVIA, K. Researching pedagogy in English pre-schools. **British Educational Research Journal**, v. 30, n. 5, p. 713-730, out. 2004. <https://doi.org/10.1080/0141192042000234665>

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA (SBP). **#Menos Tela #Mais Saúde**. SBP, dez. 2020. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/_22246c-ManOrient_-_MenosTelas__MaisSaude.pdf. Acesso em: 8 maio 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA (SBP). **Saúde de crianças e adolescentes na era digital**. SBP, out. 2016. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/2016/11/19166d-MOrient-Saude-Crian-e-Adolesc.pdf. Acesso em: 8 maio 2022.

STONE-MAC DONALD, A.; WENDELL, K.; DOUGLASS, A.; LOVE, M. L. **Engaging young engineers: teaching problem solving skills through STEM.** Baltimore: Paul H. Brookes Publishing, 2015.

TANG, Y.; ZHANG, W.; CHEN, K.; FENG, S.; JI, Y.; SHEN, J.; REIMAN, E. M.; LIU, Y. Arithmetic processing in the brain shaped by cultures. **PNAS**, v. 103, n. 28, p. 10775-10780, jul. 2006. <https://doi.org/10.1073/pnas.0604416103>

VIGOTSKI, L. S. **La imaginación y el arte en la infancia.** México: Hispánicas, 1987.

Recebido: 1º set. 2022

Aprovado: 1º mar. 2023

Editores Associados:

Ana Clara Bortoleto Nery  e Eduardo Alessandro Kawamura 