



DOI: 10.33947/1980-6469-V17N2-4718

**ARTE, DESIGN E TECNOLOGIA EM ABORDAGEM TRANSDISCIPLINAR: DESENVOLVIMENTO DE ANIMATRÔNICOS COMO OBJETOS DE APRENDIZAGEM PARA ESTUDO DE ROBÓTICA**

**ART, DESIGN AND TECHNOLOGY IN A TRANSDISCIPLINARY APPROACH: DEVELOPMENT OF ANIMATRONICS AS LEARNING OBJECTS FOR ROBOTICS STUDY**

Juliana Martins Godin<sup>1</sup>, Enderson Neves Cruz<sup>2</sup>, Edson José Carpintero Rezende<sup>3</sup>, Sérgio Antônio Silva<sup>4</sup>

Submetido em: 22/07/2021

Aprovado em: 01/04/22

**RESUMO**

A utilização de elementos mediadores para a construção de conhecimentos em cursos técnicos profissionalizantes tem sido tema recorrente em pesquisas, congressos e seminários. Materiais concretos e ferramentas lúdicas podem estimular funções cognitivas a fim de promover educação com foco em um processo de ensino e aprendizagem mais dinâmicos e significativos. Este artigo apresenta resultados de um trabalho transdisciplinar entre as áreas de Arte, Design, Eletrônica e Informática, cujo objetivo foi desenvolver técnicas para a construção de animatrônicos a fim de aplicá-los ao ensino e aprendizagem de robótica. A metodologia foi estruturada no método pesquisa-ação colaborativa, a partir das seguintes etapas: (i) Planejamento: incluindo seleção dos estudantes, levantamento bibliográfico, análise de documentos, agendamentos de reuniões, aplicação de questionários preliminares e observações, coleta de dados por meio de questionários; (ii) Ação: desenvolvimento da estrutura eletrônica e mecânica do protótipo, registros e observações das ações implementadas; desenvolvimento da estrutura eletrônica e mecânica do protótipo; (iii) Encontro dos dados. Os resultados apontaram para o fato de que as abordagens transdisciplinares

<sup>1</sup> Doutoranda em Design. Mestra em Educação (2015). Especialista em Metodologia do Ensino Superior (2007). Graduada em Arte pela Universidade do Estado de Minas Gerais (2003). Atualmente é professora do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG). Tem experiência nas áreas de Artes Visuais, Design Gráfico, Design de Interiores, Cultura do Impresso, Ensino de Arte, Psicologia do Ensino e da Aprendizagem e Objetos de Aprendizagem. E-mail: julianagodin@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil (2013). Professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Brasil. E-mail: enderson@cefetmg.br

<sup>3</sup> Possui graduação em Odontologia pela UFMG (1990), licenciatura em Ciências pela PUC-MG (1986), pós-graduação "Latu sensu" em Microbiologia pela PUC-MG (1988), pós-graduação "Latu sensu" em Odontologia Legal pela Associação Brasileira de Odontologia (2003), mestrado em Saúde Coletiva pela UEFS (2006), doutorado em Ciências da Saúde pela Faculdade de Medicina da UFMG (2011) e Pós-doutorado em Lazer pela Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG (2019). Atualmente é professor efetivo e pesquisador nos cursos de graduação e pós-graduação Latu Sensu e Stricto Sensu na Escola de Design da Universidade do Estado de Minas Gerais. É líder do grupo de pesquisa "Design em interface com a saúde" e professor pesquisador do grupo extensionista e de pesquisa em Design Social, ambos cadastrados no CNPq. E-mail: edson.carpintero@gmail.com

<sup>4</sup> Professor e pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Minas Gerais - PPGD / UEMG, com disciplinas, orientações e pesquisas ligadas à semiótica, à tipografia, à escrita e ao design gráfico. Coordenador da linha de pesquisa Grafia: estudos da escrita, vinculada ao grupo Design e Representações Sociais. Graduado em Letras, com mestrado em Literatura Brasileira e doutorado em Literatura Comparada pelo Programa de Pós-Graduação em Letras: Estudos Literários da UFMG. Pós-doutorado em História da Cultura pela Universidade Nova de Lisboa. Diretor da Escola de Design da Universidade do Estado de Minas Gerais - ED / UEMG, nos anos de 2019-2020. Autor dos livros A hora da estrela de Clarice e Papel, penas e tinta: a memória da escrita em Graciliano Ramos, e organizador do Livro dos tipógrafos. E-mail: sas.sergiosilva@gmail.com



utilizadas superaram a perspectiva tradicional, de modo a permitir um processo de aprendizagem mais dinâmico e significativo. Este trabalho sugere uma educação baseada no “fazer criativo”, que pressupõe a construção de projetos baseados na integração entre Arte, Design e Tecnologia, abrindo portas para conexões curriculares nas quais alunos e professores trabalham ativamente em busca de soluções.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arte. Design e Tecnologia. Animatrônicos. Objetos de Aprendizagem.

#### **ABSTRACT**

*The use of mediating elements to build knowledge in professional technical courses has been a recurring theme in research, congresses, and seminars. Concrete materials and playful tools can stimulate cognitive functions to promote education with a focus on a more dynamic and meaningful teaching and learning process. This article presents results of a transdisciplinary work between the areas of Art, Design, Electronics and Informatics, whose objective was to develop techniques for the construction of animatronics to apply them to the teaching and learning of robotics. The methodology was structured in the collaborative action-research method, based on the following steps: (i) Planning: including student selection, bibliographic survey, document analysis, meeting schedules, application of preliminary questionnaires and observations, data collection through questionnaires; (ii) Action: development of the electronic and mechanical structure of the prototype, records and observations of the implemented actions; development of the electronic and mechanical structure of the prototype; (iii) Finding the data. The results pointed to the fact that the transdisciplinary approaches used surpassed the traditional perspective, to allow a more dynamic and meaningful learning process. This work suggests an education based on “creative making”, which presupposes the construction of projects based on the integration between Art, Design and Technology, opening doors to curricular connections in which students and teachers work actively in search of solutions.*

**KEYWORDS:** Art. Design and Technology. Animatronics. Learning Objects.

## 1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta resultados de um trabalho transdisciplinar entre as áreas de Arte, Design e Eletrônica. Partiu-se da hipótese de que a utilização de objetos de aprendizagem em abordagem transdisciplinar podem ser facilitadores na construção de conhecimentos em diversas áreas e, nesse caso, robótica e programação.

A motivação para o desenvolvimento deste projeto foi desencadeada pela inquietação de professores e alunos com relação às altas taxas de retenção e evasão no curso técnico em Eletrônica, em uma instituição de ensino Básico, Técnico e Tecnológico, na cidade de Belo Horizonte – MG.

Em levantamento<sup>5</sup> preliminar foi apontada, pelos próprios alunos, falta de domínio de algumas habilidades necessárias ao acompanhamento do curso, habilidades essas previstas na Base Nacional Comum Curricular<sup>6</sup> – BNCC (BRASIL, 2017). Embora presentes nas competências<sup>7</sup> gerais do documento, há um abismo entre a letra do texto e a realidade das instituições de Educação Básica no Brasil, especialmente aquelas de ensino público municipal e estadual.

Independente da instituição de origem, de 260 alunos em média matriculados anualmente no curso Técnico em Eletrônica na instituição pesquisada, um alto percentual apresenta dificuldades em disciplinas específicas, especialmente no primeiro ano. Levantamentos<sup>8</sup> feitos em outras instituições semelhantes no Brasil apontam os mesmos problemas em cursos nas áreas de Ciências Exatas, o que reforça a necessidade de ações que promovam a construção desses saberes antes do Ensino Médio.

Diante do exposto, o presente trabalho apresenta resultados preliminares do projeto “Desenvolvimento de animatrônicos como objetos de aprendizagem para o ensino de Eletrônica: construção da parte mecânica a partir de materiais acessíveis”, cujo objetivo primário, conforme já explicitado anteriormente, consiste na construção de animatrônicos com materiais de baixo custo, a serem utilizados como Objetos de Aprendizagem<sup>9</sup>, em escolas de educação básica e espaços não escolares, de forma que crianças e adolescentes tenham acesso às competências previstas na Base Nacional Comum Curricular o mais cedo possível.

Entende-se por animatrônico um dispositivo robótico desenvolvido com características estéticas, movimentos e comportamentos que reproduzem aqueles encontrados em seres vivos. Largamente utilizados na área de entretenimento como filmes, parques, feiras e eventos, os animatrônicos despertam interesse por sua capacidade de fala e interação com o público, e sua criação requer conhecimentos das mais diversas áreas, que englobam desde Arte e Design na prototipagem física e estudo dos movimentos, à Mecânica, Engenharia, Eletrônica e Programação (BURNS, 2015; WISE, 2000).

O eixo conceitual do projeto foi proposto por professores e pesquisadores das áreas de Arte, Design e Eletrônica, apoiados no método de pesquisa-ação<sup>10</sup> colaborativa (ZEICHNER, 2005; IBIAPINA, 2008). Coube aos coor-

<sup>5</sup> Pesquisa aplicada no primeiro semestre de 2019, vinculada ao Programa Institucional de Iniciação Científica Júnior.

<sup>6</sup> Documento normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica.

<sup>7</sup> Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2017, p. 7).

<sup>8</sup> SCREMIN, 2008; DORE, 2011; CRAVO, 2012; FREDENHAGEM, 2014; SANTOS, 2015; MEIRA, 2015; FIGUEIREDO, 2017.

Objetos de aprendizagem (Learning Objects) são definidos pela Learning Technology Standards Committee como qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser usada, reutilizada ou referenciada durante a aprendizagem com suporte de tecnologia. Disponível em: [www.ieeeltsc.org/working-groups/wg12LOM/lomDescription](http://www.ieeeltsc.org/working-groups/wg12LOM/lomDescription) [Acesso em out. 2020]

O método de pesquisa-ação de vertente emancipatória apresenta três condições: (i) a colaboração entre diferentes atores (pesquisadores, professores, técnicos e estudantes em processo de formação); (ii) a coprodução de conhecimentos; (iii) ciclos sucessivos de reflexão crítica. Em diferentes países, quando esta modalidade de pesquisa se dá em educação, na maioria dos casos, a preocupação dos pesquisadores acontece no sentido de analisar as práticas docentes e propor intervenções que possam melhorar essas práticas (LEWIN, 1946; CARR & KEMMIS, 1986; BARBIER, 2002; EL ANDALOUSSI, 2004; IBIAPINA, 2008; THIOLENT, 2011; TOLEDO & JACOBI, 2013).



denadores a oferta de subsídios que propiciassem a participação dos envolvidos em todas as etapas do projeto, de modo a garantir o cumprimento dos objetivos elencados. Como continuidade da proposta, faz parte a criação de kits didáticos para treinamento de professores, monitores e demais interessados na aplicação de oficinas.

## 2 Descrição de Materiais e Métodos

Com início no mês de agosto de 2018, a ideia partiu de depoimentos dos próprios estudantes e professores, ao relatarem dificuldades pontuais em disciplinas consideradas alicerces para prosseguimento no curso de Eletrônica.

Os procedimentos metodológicos foram estruturados nas etapas propostas por Lewin (1946), que compreenderam: (i) Planejamento: incluindo seleção dos estudantes, levantamento bibliográfico, análise de documentos, agendamentos de reuniões, aplicação de questionários preliminares e observações, coleta de dados por meio de questionários; (ii) Ação: desenvolvimento da estrutura eletrônica e mecânica do protótipo, registros e observações das ações implementadas; desenvolvimento da estrutura eletrônica e mecânica do protótipo; (iii) Encontro dos dados: reflexão a partir da análise dos resultados obtidos e divulgação dos resultados.

A primeira fase do projeto consistiu na seleção de estudantes para composição da equipe. Ainda nessa etapa, foram apresentados conceitos sobre metodologia de pesquisa e ferramentas estatísticas básicas. Concluída a fase de pesquisa bibliográfica e documental, foi elaborado um questionário contendo 19 questões semiestruturadas objetivando coletar mais detalhes a partir da percepção dos estudantes de Eletrônica, a fim de identificar pontos de convergência e divergência entre eles. O convite para participação foi feito a todos os estudantes do curso Técnico Integrado em Eletrônica, com adesão voluntária e garantia de anonimato na divulgação dos resultados.

As perguntas foram enviadas via formulário eletrônico, durante os meses de junho a setembro de 2018, e obteve participação de 143 estudantes, entre 14 e 19 anos. A primeira parte consistiu em questões a respeito de gênero, idade, moradia, condições socioeconômicas, instituição de origem (pública ou particular), escolaridade e profissão dos pais ou responsáveis e grau de preparação anterior à entrada na instituição. Na sequência, seguiram-se perguntas sobre vivências pessoais e relatos com relação à escolha do curso, disciplinas de maior facilidade e dificuldade, bem como outras experiências inerentes ao processo de ensino e aprendizagem.

Após análise dos resultados, iniciou-se a fase de testes para construção do animatrônico. Devido à complexidade do projeto, a equipe foi dividida em dois grupos, sendo o primeiro responsável pela concepção e prototipação da parte mecânica<sup>11</sup>, e o segundo pela estruturação eletrônica.

As características do animatrônico a ser construído foram definidas pelas duas equipes<sup>12</sup>, a partir de reuniões que consistiram em brainstorming, materiais disponíveis e análise de possibilidades de aplicação, sendo descritas conforme Quadro 1:

<sup>11</sup> Devido às limitações deste artigo, o detalhamento trazido refere-se à parte mecânica do projeto, sendo a parte eletrônica tema para futura publicação.

<sup>12</sup> Equipe I - Responsável pela prototipação mecânica; Equipe II – Responsável pela prototipação eletrônica (vide descrição de materiais e métodos).

<sup>13</sup> Devido às limitações deste artigo, as especificações da parte eletrônica do projeto serão abordadas em publicação futura.

Quadro 1 – Definição das características do Animatrônico

CARACTERÍSTICAS DO ANIMATRÔNICO		
APARÊNCIA/ CARACTERÍSTICAS EMOCIONAIS	DESIGN/ ESPECIFICAÇÃO MECÂNICA	ESPECIFICAÇÃO ELETRÔNICA <sup>13</sup>
1. Aparência infanto-juvenil; Referências: personagens dos filmes <i>Wall-e</i> , <i>Robots</i> , <i>Toy Story</i> e <i>Cars</i>	Linhas arredondadas; Cabeça braquicefálica Abertura e fechamento de boca em sincronia com a voz Rotação da cabeça	Criação de programa para testagem de abertura da mandíbula; Servomotor <sup>14</sup> ; Módulo do Arduino Uno; gravação de frases padrão para banco de dados. Acionamento via sensor infravermelho; painel de led.
2. Fala	360°; acendimento de olhos; acendimento de	
3. Demonstração de emoções	painel no tronco; acendimento dos olhos.	

Fonte: Acervo dos autores.

Os materiais escolhidos para comporem a estrutura física consistiram em poliestireno expandido (EPS), papel, cola PVA, massa PVA, tinta acrílica e tinta metálica, uma vez que podem ser encontrados facilmente em papelerias ou lojas de materiais para projetos artísticos ou de design. Na parte mecânica, optou-se por um servomotor, que consiste em uma máquina eletromecânica que apresenta movimento proporcional a um comando, como dispositivos de malha fechada, ou seja: recebe um sinal de controle que verifica a posição atual para controlar o seu movimento para a posição desejada, velocidade monitorada externamente sob feedback de um dispositivo denominado taco ou sensor de efeito Hall ou encoder ou resolver, ou tachsín, dependendo do tipo de Servomotor e aplicação (OTTO-BONI, 2002).

O acompanhamento dos bolsistas se deu em reuniões semanais com ajustes, revisão e adequação dos planos de trabalho, visando a coprodução de conhecimentos e ciclos sucessivos de reflexão crítica.

### 3 Resultados e Discussão

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos em três momentos: (i) análise dos questionários aplicados na fase exploratória; (ii) análise do protótipo produzido; (iii) análise dos depoimentos dos participantes na finalização do projeto.

#### 3.1 Questionários aplicados

A seguir serão apresentadas respostas correspondentes a algumas questões específicas sobre o curso técnico em Eletrônica, seguidas da análise.

Quando questionados a respeito de dificuldades em disciplinas específicas do curso, 93,6% apontaram algum tipo de dificuldade, especialmente em conteúdo que envolvem conhecimentos relacionados à programação. Esse resultado expõe uma lacuna existente entre habilidades e competências trabalhadas em escolas de ensino básico e aquelas necessárias para o bom aproveitamento em disciplinas técnicas do curso de Eletrônica.

Quanto a gostar o não do curso, os resultados obtidos foram otimistas, entretanto, no espaço reservado para

observações ou relatos pessoais, grande parte expôs dificuldades de acompanhamento, dificuldades de permanência e indicação de maior necessidade de aulas de laboratório que possibilitem aplicação prática dos conteúdos (QUADRO 2).

Quadro 2 - Respostas de alguns<sup>14</sup> dos participantes relativas às experiências enquanto estudantes de Eletrônica (Questão 19 do formulário).

Questão 19: Utilize o espaço abaixo para deixar alguma observação, desabafo ou relato pessoal a respeito de sua experiência como aluno do curso técnico em Eletrônica.	
R	Resposta
1	De tudo no curso achei ruim ter que repetir de ano; isso faz com que muitos desistam do curso o que acaba diminuindo o interesse destes pela área.
2	Acho que a parte de programação deveria usar de outra metodologia, tirando aulas teóricas do terceiro ano e colocando somente no laboratório, por exemplo.
3	As aulas de programação teórica não fazem sentido, são muito pouco didáticas e não vejo sentido em ter teoria sendo que se aprende programação programando no Laboratório. Sou a favor de ter só a parte prática.
4	Gosto muito da instituição, mesmo me decepcionando quando descobri que ela não era nem um pouco parecido com o que eu pensava. Todas as vezes que pensei em desistir foi por causa das disciplinas do técnico. Em vários momentos me senti inútil por não conseguir as melhores notas (mesmo me empenhando) nas matérias do curso.
5	Eu gosto muito do curso, o problema é que não sou bom em eletrônica, possivelmente por não ser bom em física e em matemática. No momento necessito apenas não repetir no ano que vem e assim não acabar atrasando o resto da minha vida.
6	Acho muito pesadas as matérias; ter prova escrita de programação me deixa revoltada e fora o fato de não ter como você ver os seus erros. Minhas expectativas eram bem elevadas em relação ao curso, depois que eu vi como é perdi o gosto pela coisa.
7	Eu gosto do curso de eletrônica, porém não tenho NENHUMA vontade de trabalhar na área. Muitos colegas de classe desistiram do curso, ao longo desses três anos, devido a cobranças em algumas matérias.
8	Acredito que o curso é muito exaustivo e a maioria que diz não gostar de eletrônica (como eu) é porque não entende ou tem uma base muito fraca desde o nono ano.
9	Eu tive uma excelente experiência com colegas veteranos, pois eles te ensinam muitas coisas. Eu sugiro que haja algo para os calouros se aproximarem mais destes. Quem sabe algum tipo de monitoria entre os próprios alunos.
10	A instituição é maravilhosa, mas a matéria do técnico (sistemas digitais) está me preocupando muito, e é difícil achar alguém fora da escola que me ajude e entenda da matéria, ou seja estou desesperada.
11	Não gostei do curso, não foi o que eu esperava, o curso ensina muita coisa teórica e pouca prática, se tornando bastante desinteressante.
12	Estou repetindo o primeiro ano do ensino médio por conta de reprovação em uma matéria do técnico, o que é muito frustrante para mim. Existem alunos que não tiveram um ensino fundamental de qualidade, muito pelo contrário, inclusive. Até que hoje em dia não, mas nos primeiros meses a sensação de impotência é muito grande.
13	Uma coisa complicada que não é só para mim, mas uma boa parte da turma são as prova de Fundamentos da Eletrônica, que acho que são muito difíceis de se fazer. O professor explica muito bem a matéria e da exercícios para praticarmos, mesmo assim muitas questões da prova são complicadas de se fazer.

Fonte: Acervo dos autores.

<sup>14</sup> Foram selecionadas respostas mais recorrentes e mantida a linguagem informal utilizada pelos participantes.

Os relatos vão ao encontro dos depoimentos prévios dos estudantes, ainda no início do projeto. Palavras como “dificuldade”, “desistência”, “reprovação”, “cobrança”, “sobrecarga”, “programação”, “metodologia” foram recorrentes, o que revela a existência de dilemas comuns. Dois dos participantes (R.6 e R.11) apontaram a ausência de uma base estruturada no ensino fundamental, enquanto outros sinalizaram a necessidade de mais aulas de cunho prático.

As respostas coletadas reafirmam também a necessidade de acesso a conhecimentos não trabalhados em disciplinas de base comum antes do ingresso na instituição pesquisada, o que corrobora com a hipótese de que projetos envolvendo robótica e programação em escolas de educação básica podem ser facilitadores na construção de conhecimentos necessários a diversas disciplinas, especialmente na área de Ciências Exatas, minimizando, assim, o impacto negativo sentido pelos estudantes ao escolherem esses cursos.

### 3.2 Produção do Protótipo

Um dos maiores desafios a serem solucionados na construção do protótipo compreendia a montagem de uma estrutura resistente, replicável, com materiais de fácil acesso e baixo custo, que comportasse os motores eletrônicos e módulos necessários para funcionamento. Após testes realizados pela equipe responsável pelo sistema eletrônico, foram definidas algumas necessidades específicas da estrutura mecânica, que compreenderam: (i) tamanho da cabeça e mandíbula, de forma que pudessem comportar o Servomotor ; (ii) conexão entre a cabeça e a mandíbula, de forma que possibilite abertura e fechamento da boca no ângulo indicado; (iii) tamanho interno do tronco que comportasse os módulos eletrônicos; (iv) conexões entre membros superiores e tronco.

Conforme relatado anteriormente, os materiais escolhidos para comporem a estrutura consistiram em poliestireno expandido (EPS), papel, cola PVA, massa PVA, tinta acrílica e tinta metálica, uma vez que, conforme já exposto, podem ser encontrados facilmente em papelarias ou lojas de materiais para projetos artísticos ou de design. As folhas de papel utilizadas foram reaproveitadas de livros e apostilas antigas, de modo a reduzir o custo do projeto.

O primeiro estudo realizado foi esculpido em placas de EPS, entretanto, apresentou problemas relacionados à área interna da cabeça e movimentação da mandíbula. Um novo design foi proposto, com cabeça e tronco mais largos com relação ao primeiro.

Após novo desenho, criou-se outra escultura em EPS que foi utilizada como suporte para um processo denominado empapelamento, que consiste na colagem de camadas de papel com fibra cruzada (Figura 1), totalizando-se, neste caso, 12 camadas. Cada membro do corpo foi trabalhado separadamente e a junção das partes ocorreu apenas após finalização da pintura.

Figura 1 – Estrutura do animatrônico em EPS e empapelamento



Fonte: Acervo dos autores.

O tempo necessário para a secagem foi de sete dias, sendo o próximo passo a desmoldagem das peças, por meio de um corte longitudinal, para a retirada das bases, resultando em estruturas ocas que viriam a receber o motor posteriormente.

As duas semanas seguintes foram destinadas à aplicação de três camadas de revestimento (massa PVA) cujo processo foi intercalado por acabamento com lixas com granulações nº 100, nº 120 e nº 220, de forma a se obter maior refinamento possível da superfície. Posteriormente, foram aplicadas duas camadas de fundo preparador PVA, que foi novamente lixado, seguido de pintura com tinta metálica na cor prata cromado (FIGURA 2).

Figura 2 – Processo de acabamento do corpo do animatrônico



Fonte: arquivo pessoal

Após a secagem das peças, foi efetuada a montagem prévia da estrutura mecânica do animatrônico, sendo ele enviado em seguida ao Laboratório de Iniciação Científica para inserção da parte eletrônica e finalização de testes.

### 3.3 Avaliação dos resultados

As primeiras apresentações do projeto ao público aconteceram em dois eventos acadêmicos, no mês de outubro de 2019: a “29ª Mostra de Especifica de Trabalhos e Aplicações”, com público-alvo composto majoritariamente por estudantes de Ensino Fundamental e Médio, que visitam o evento em excursão; e a “15ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia”, cujos visitantes são acadêmicos de graduação e pós-graduação.

A proposta foi bem recebida, atraindo atenção principalmente de crianças e adolescentes, que puderam interagir durante a apresentação, demonstrando grande interesse em participar da próxima fase, que consiste na aplicação da proposta em outros espaços, por meio de cursos e oficinas.

O resultado do projeto foi também avaliado pelas estudantes de Eletrônica componentes da equipe (QUADRO 3), que consideraram positivo o alcance e retorno do público.

Quadro 3 – Avaliação do projeto pelas alunas participantes

CONSIDERAÇÕES DAS ALUNAS BOLSISTAS ATUANTES NO PROJETO	
R	Resposta
1	O projeto foi capaz de inspirar crianças a seguirem seus sonhos, mostrando que é possível construir algo grandioso sem grandes condições financeiras, e grande parte dos visitantes ficaram bastante impressionados com o objetivo e o alcance do projeto. Nossa experiência com esse projeto foi fantástica, e constatamos que nossa área pode se tornar acessível a todos, assim como qualquer área do conhecimento.
2	A proporção do projeto teve um grande alcance, focado principalmente onde se desejava, inspirando alunos de escolas públicas a aprenderem e buscarem grandes realizações, o que foi um resultado muito satisfatório e que causou uma sensação de orgulho e realização.
3	Foi possível alcançar com o projeto um público muito maior do que o esperado, e a aplicação nas escolas públicas é de extrema importância para as crianças e jovens de baixa renda poderem aproveitar como uma oportunidade de crescer e descobrir uma vocação.
4	Esse projeto é muito importante, pois o contato com robótica antes da entrada no curso poderá garantir que, futuramente, os alunos de eletrônica possam prosseguir o curso sem tantas frustrações e descontentamentos, pois antes de entrar no curso já saberiam do que se trata, então é uma solução a longo prazo. Os alunos atuais apresentaram um <i>feedback</i> bastante positivo ao assistirem à apresentação.

Fonte: Acervo dos autores.

Constitui o próximo passo a criação de kits educativos, produção de cartilhas, videoaulas, oferta de cursos e treinamento de professores e monitores, contemplando discussões teóricas e perspectivas de aplicação prática inerentes à área.

#### 4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos, embora parciais, vieram ao encontro da hipótese outrora levantada, em uma demonstração de que uma abordagem transdisciplinar, por meio de objetos de aprendizagem, pode ser facilitadora na construção de conhecimentos, neste caso em robótica e programação.

Para a equipe proponente, o grau de interesse e envolvimento demonstrado por crianças, adolescentes e adultos, na ocasião da apresentação ao público, evidenciou também a eficácia da divulgação do conhecimento científico de forma lúdica, articulada a saberes e práticas não oficiais.

Este trabalho sugere uma educação baseada no fazer criativo, e prevê outros desmembramentos como a construção de kits educativos, produção de cartilhas, videoaulas, oferta de cursos e treinamento de professores e monitores para aplicação da proposta em espaços escolares e não escolares.

A integração entre Arte, Design e Tecnologia pode abrir portas para conexões curriculares, antes consideradas distantes, estabelecendo novas relações entre competências e temas do currículo.

## REFERÊNCIAS

- BARBIER, R. A pesquisa-ação. Brasília, DF: Plano, 2002.
- BRASIL, Ministério da Educação (MEC/SEED). Base nacional comum curricular. Terceira versão - Versão Final. Brasília: MEC/SEED, 2017.
- BURNS, B. Design and implementation of an interactive animatronic system for guest response analysis. Georgia: Georgia Southern University, 2015.
- CARR, W.; KEMMIS, S. Becoming critical: education, knowledge and action research. London; Philadelphia: Palmer, 1986.
- CAVALCANTE, M. T. L.; VASCONCELLOS, M. M. Tecnologia de informação para a educação na saúde: duas revisões e uma proposta. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 12, n. 3, p. 611-622, 2007.
- CRAVO, A. C. Análise das causas da evasão escolar do curso técnico de informática em uma faculdade de tecnologia de Florianópolis. *Revista GUAL*, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 238-250, ago. 2012.
- DORE, R.; LÜSCHER, A. Z. Permanência e evasão na educação técnica de nível médio em Minas Gerais. *Cadernos de Pesquisa*, v. 41, n. 144, p. 772-789, set./dez. 2011.
- EL ANDALOUSSI, K. Pesquisas-ações: ciências, desenvolvimento, democracia. São Carlos: Edufscar, 2004.
- FIGUEIREDO, N. G. da S.; SALLES, D. M. R. Educação profissional e evasão escolar em contexto: motivos e reflexões. *Ensaio: aval. Pol. Públ. Educ.*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 95, p. 356-392, abr./jun. 2017.
- FREDENHAGEM, S. V. Evasão escolar no âmbito do Instituto Federal de Brasília. *Revista EIXO*, Brasília, v. 3, n. 2, p. 49-71, dez. 2014.
- HUIZINGA, J. *Homo ludens: o jogo como elemento da cultura*. São Paulo: Perspectiva, 2000.
- IBIAPINA, I. M. L. *Pesquisa colaborativa: investigação, formação e produção de conhecimentos*. Brasília: Líber Livro Editora, 2008.
- LEWIN, K. Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, Malden, v. 2, n. 2, p. 34-36, 1946.
- MEIRA, C. A. A evasão escolar no ensino técnico profissionalizante: um estudo de caso no campus Cariacica do Instituto Federal do Espírito Santo. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Gestão Pública, Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas, Espírito Santo, 2015.
- MORIN, E. Os sete saberes necessários à educação do futuro. Trad. Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.
- OTTOBONI, A. Servo-acionamentos. *Mecatrônica Atual* - n. 5. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002.



PAPERT, S. An exploration in the space of mathematics educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, v. 1, n. 1, p. 95-123, 1996.

SANTOS, F. E. Processo metodológico no ensino-aprendizagem de algoritmos utilizando o jogo didático Lectus. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Rondônia. Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar, Porto Velho, 2015.

SCREMIN, S. M. B. Evasão-permanência em uma instituição total de ensino técnico: múltiplos olhares. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2008.

SILVAS, J. A. Evasão escolar na educação profissional: trajetórias e motivos que levam ao abandono definitivo ou temporário dos cursos técnicos de nível médio. 2018. Dissertação (Mestrado) - Programa de pós-graduação em Educação Tecnológica, Belo Horizonte, 2018.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-Ação. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TOLEDO, R. F.; JACOBI, P. R. Pesquisa-ação: compartilhando princípios na construção de conhecimentos e no fortalecimento comunitário para o enfrentamento de problemas. *Educ. Soc.*, Campinas, v. 34, n. 122, p. 155-173, jan./mar, 2013. Disponível em: [www.cedes.unicamp.br](http://www.cedes.unicamp.br). Acesso em: 25 mar. 2015.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação & Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

WISE, E. *Animatronics: a guide to animated holiday displays*. [S, l.]: Cengage Learning, 2000.

ZEICHNER, K. *A formação reflexiva de professores: ideias e práticas*. Lisboa: EDUCA, 1993.