

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JULIANA DA SILVA RIBEIRO DE CASTRO

**ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO METODOLOGIA DE ENSINO SOBRE O
SISTEMA NERVOSO HUMANO**

CURITIBA

2024

JULIANA DA SILVA RIBEIRO DE CASTRO

**ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO METODOLOGIA DE ENSINO SOBRE O
SISTEMA NERVOSO HUMANO**

**Educational Robotics as a teaching methodology about the human nervous
system**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e
Matemática/Programa de Pós Graduação em
Formação Científica, Educacional e Tecnológica da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Arandi Ginane Bezerra Junior

CURITIBA

2024



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

Folha de aprovação



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Curitiba



JULIANA DA SILVA RIBEIRO DE CASTRO

ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO METODOLOGIA DE ENSINO SOBRE O SISTEMA NERVOSO HUMANO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Ciências E Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino, Aprendizagem E Mediações.

Data de aprovação: 29 de Novembro de 2024

Dr. Arandi Ginane Bezerra Junior, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Marcos Antonio Florczak, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Mariana Matulovic Da Silva Rodrigueiro, Doutorado - Universidade Estadual Paulista - Unesp

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 29/11/2024.

A Alexandre, meu esposo, pelo incentivo, compreensão, e por percorrer esta jornada em parceria. A Jair e Eleir, meus pais, pelo amor, apoio e exemplo. A Aniel, Miguel e Clara, meus filhos, por serem minha motivação. A vocês, minha família, dedico este trabalho com profunda gratidão e amor.

AGRADECIMENTOS

Certamente as palavras aqui descritas não serão suficientes para agradecer a todos aqueles que fazem parte desta jornada acadêmica que concretiza mais uma etapa. No entanto, são sempre lembrados e com certeza são responsáveis por me tornarem a profissional que sou atualmente. Agradeço a todos antecipadamente.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Arandi Ginane Bezerra Jr., pela liberdade, calma, apoio e orientação no desenvolvimento do meu trabalho.

A Prof. Dr^a. Mariana Matulovic da Silva Rodrigues, por me iniciar no conhecimento da robótica educacional, suas primeiras orientações me permitiram desenvolver e concluir este trabalho.

Ao Prof. Dr. Marcos Antonio Florczak, pelas discussões e orientações durante o mestrado.

A Dr. Patrícia Shigunov, por nos brindar com sua participação na banca de qualificação.

À Marcela Linartevis e Ana Cristina Jitcoski, diretoras incríveis que me permitiram desenvolver este trabalho, bem como a toda a equipe pedagógica, docentes e funcionários das duas escolas dirigidas por elas.

Aos meus colegas do PPGFCET, pelas discussões, aprendizados, trocas e socorro quando necessário.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Brincar é a mais elevada forma de pesquisa.
(EINSTEIN).

RESUMO

Nos últimos anos, houve uma transformação significativa na sociedade, especialmente nas relações sociais, na qualidade de vida e no uso de tecnologias digitais. Essa mudança foi evidente com a introdução do computador pessoal, celulares e smartphones, que trouxeram a tecnologia digital para a vida cotidiana. No Paraná, a pandemia catalisou iniciativas governamentais para modernizar a infraestrutura tecnológica das escolas, como a instalação de internet, a compra de equipamentos e a inclusão de disciplinas tecnológicas no currículo. No entanto, a adaptação dos professores a essas novas tecnologias e a eficácia delas ainda são desafios. A lacuna entre o consumo de tecnologia pelos alunos e a habilidade de utilizá-la de forma produtiva foi particularmente evidente durante a pandemia. Esta dissertação investiga como a robótica educacional pode potencializar o aprendizado sobre o funcionamento do sistema nervoso humano e sua integração com o sistema sensorial entre alunos do ensino fundamental. Baseando-se nas teorias de Paulo Freire, Seymour Papert e Michel Resnick, o estudo defende o uso da robótica como ferramenta para promover a autonomia dos estudantes, permitindo que construam conhecimento por meio de práticas ativas e críticas. A metodologia construcionista de Papert, que une a construção de objetos físicos com a aprendizagem de novos conceitos, é central para essa abordagem. A robótica educacional deve ir além de ser uma simples disciplina curricular, funcionando como um meio de promover a aprendizagem crítica, contextualizada e significativa. O estudo foi conduzido em uma escola pública da Região Metropolitana de Curitiba, onde 24 alunos utilizaram materiais recicláveis e a plataforma Arduino para construir robôs que simulavam funções do sistema nervoso humano, como a resposta a estímulos sensoriais. Esses robôs foram apresentados na Feira do Conhecimento da escola, incentivando a troca de ideias e a exploração prática dos conceitos aprendidos. Os resultados indicaram que a robótica educacional foi eficaz para melhorar a compreensão dos alunos sobre o sistema nervoso, transformando conceitos abstratos em experiências concretas. Além do conhecimento acadêmico, os alunos desenvolveram habilidades socioemocionais, como criatividade, trabalho em equipe e autoconfiança. A pesquisa destaca, portanto, a importância de iniciativas como essa para o ensino de biologia e sugere a criação de um produto educacional que auxilie outros professores a implementar essa metodologia em sala de aula. A dissertação conclui que a robótica educacional oferece um caminho promissor para o ensino de conteúdos complexos, tornando o aprendizado mais ativo, motivador e contextualizado. Assim, propõe-se a expansão do uso da robótica como metodologia de ensino nas ciências biológicas, com foco na criatividade e no desenvolvimento crítico dos alunos.

Palavras-chave: robótica educacional; Arduino; ensino fundamental; sistema nervoso.

ABSTRACT

In recent years, there has been a significant transformation in society, particularly in social relations, quality of life, and the use of digital technologies. This change became evident with the introduction of personal computers, cell phones, and smartphones, which brought digital technology into everyday life. In Paraná, the pandemic accelerated government initiatives to modernize schools' technological infrastructure, including the installation of the internet, the purchase of equipment, and the inclusion of technological subjects in the curriculum. However, teachers' adaptation to these modern technologies and their effectiveness remains a challenge. The gap between students' technology consumption and their ability to use it productively became especially evident during the pandemic. This dissertation investigates how educational robotics can enhance learning about the functioning of the human nervous system and its integration with the sensory system among elementary school students. Based on the theories of Paulo Freire, Seymour Papert, and Michel Resnick, the study advocates for the use of robotics as a tool to promote student autonomy, allowing them to build knowledge through active and critical practices. Papert's constructionist methodology, which unites the construction of physical objects by learning new concepts, is central to this approach. Educational robotics should go beyond being a simple curricular subject, fostering critical, contextualized, and meaningful learning. The study was conducted in a public school in the Metropolitan Region of Curitiba, where 24 students used recyclable materials and the Arduino platform to build robots simulating human nervous system functions, such as responses to sensory stimuli. These robots were presented at the school's Knowledge Fair, encouraging the exchange of ideas and the practical exploration of the concepts learned. The results indicated that educational robotics effectively improved students' understanding of the nervous system, transforming abstract concepts into concrete experiences. In addition to academic knowledge, students developed socio-emotional skills such as creativity, teamwork, and self-confidence. The research highlights the importance of such initiatives in biology education and suggests creating an educational product to help other teachers implement this methodology in the classroom. The dissertation concludes that educational robotics offers a promising path for teaching complex content, making learning more active, motivating, and contextualized. Therefore, expanding robotics as a teaching methodology in biological sciences, focusing on creativity and critical development, is proposed.

Keywords: educational robotics; Arduino; elementary education; nervous system.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Tabela de compilação dos dados da revisão	17
Figura 2: Tela do mBlock	38
Figura 3: Tela do Ottoblockly.....	38
Figura 4: Robô OTTO	38
Figura 5: Infográfico sobre o sistema nervoso humano.....	50
Figura 6: Infográfico sobre a estrutura do sistema nervoso.....	51
Figura 7: Infográfico sobre o encéfalo.	52
Figura 8: Infográfico sobre as células nervosas.	53
Figura 9: Infográfico sobre o neurônio.....	54
Figura 10: Infográfico sobre a transmissão do impulso nervoso.	55
Figura 11: Sistema nervoso central para colorir	56
Figura 12: Neurônio para identificação de estruturas	56
Figura 13: Cartões apresentando o Arduino e seus componentes.	57
Figura 14: Cartões apresentando o Arduino e seus componentes.	58
Figura 15: Cartões apresentando o Arduino e seus componentes.	59
Figura 16: Cartões apresentando o Arduino e seus componentes.	60
Figura 17: Cartões apresentando o Arduino e seus componentes.	61
Figura 18: Material físico apresentado aos alunos.	62
Figura 19: Alunos construindo livremente seus robôs.	63
Figura 20: Alunos explorando o Arduino e suas variadas montagens.	64
Figura 21: Projeto do robô a ser desenvolvido pela equipe 1	68
Figura 22: Robô apresentado pela equipe 1	69
Figura 23: Projeto do robô a ser desenvolvido pela equipe 2	70
Figura 24: Robô apresentado pela equipe 2	71
Figura 25: Projeto do robô a ser desenvolvido pela equipe 3	72
Figura 26: Robô apresentado pela equipe 3	73
Figura 27: Projeto do robô a ser desenvolvido pela equipe 4	74
Figura 28: Robô apresentado pela equipe 4	74
Figura 29: Projeto do robô a ser desenvolvido pela equipe 5	75
Figura 30: Robô apresentado pela equipe 5	76
Figura 31: Projeto do robô a ser desenvolvido pela equipe 6	77
Figura 32: Robô apresentado pela equipe 6	78
Figura 33: Decoração da porta da sala desenvolvida pelos alunos.	79
Figura 34: Alunos apresentando seus projetos durante a Feira do Conhecimento.	80
Figura 35: Alunos da equipe 2 demonstrando o funcionamento do Arduino. ..	80

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1a e 1b: Plataformas utilizadas	21
Gráfico 2: Distribuição dos trabalhos por ano	22
Gráfico 3: Local de publicação	22
Gráfico 4: Campo da ciência explorado nos artigos	23
Gráfico 5: Conteúdos trabalhados nos artigos analisados.	24
Gráfico 6: Presença de orientação aos professores.	24
Gráfico 7: Nível de ensino	25
Gráfico 8: Distribuição geográfica	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Artigos utilizados na Revisão de Literatura	18
--	-----------

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
SEED	Secretaria de Estado da Educação do Paraná
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
UNESP	Universidade Estadual de São Paulo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
Pergunta de Pesquisa	15
Objetivos	15
1. REVISÃO SISTEMÁTICA.....	16
1.1 Resultados	17
2. REFLEXÕES SOBRE A EDUCAÇÃO	22
3. TECNOLOGIAS DIGITAIS E EDUCAÇÃO	32
3.1 Robótica Educacional	36
3.2 Plataforma Arduino	37
3.3 Robótica Educacional no Estado do Paraná.....	39
4. ENSINO DE BIOLOGIA – O SISTEMA NERVOSO	42
5. PERCURSO METODOLÓGICO	46
5.1 Delimitando a pesquisa	46
5.2 Caracterização do local e público	47
5.3 Ensino do Sistema Nervoso	48
5.4 Desenvolvendo o projeto com Robótica Educacional	56
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	66
6.1 Culminância – Feira do Conhecimento	78
6.2 Análise dos questionários prévio e posterior	80
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
REFERÊNCIAS	84
Apêndice 1: Questionário de avaliação prévia dos alunos.....	87
Apêndice 2: Questionário de avaliação posterior dos alunos.....	89
Apêndice 3: Resumo estendido apresentado no IV Congresso Nacional de Educação da UNEMASUL-MA	91

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas temos visto uma mudança significativa na sociedade, em termos de relações sociais, qualidade de vida e no uso de tecnologias digitais.

Eu pude observar as mudanças ocorridas na minha vida com a chegada do computador pessoal em casa na minha adolescência, a chegada dos celulares acessíveis no meu período de faculdade e a chegada dos Smartphones quando eu já era mãe.

A chegada dos Smartphones fez com que a tecnologia digital estivesse presente o tempo todo, na palma da mão. Com desenvolvimento de tecnologias cada vez mais rápidas e eficientes, hoje o Smartphone serve para uma imensidão de coisas, e algumas vezes para telefonar também.

Durante meu percurso profissional e acadêmico, fiquei afastada das salas de aulas regulares por cerca 10 anos e quando tive a oportunidade de retornar à sala de aula em 2017, me assustei, pois, apesar de toda essa mudança na sociedade, as salas de aulas continuavam as mesmas.

Lembro de uma conversa que tive com uma amiga que é auditora de grandes empresas. Estava falando com ela que precisávamos comprar um quadro para a escola, e ela me perguntou espantada se as escolas ainda usavam quadros. Esse episódio me mostrou o quanto a escola estava defasada em questão tecnológica em relação à sociedade.

Nos anos mais recentes, principalmente durante e após a pandemia, aqui no estado do Paraná, pudemos observar uma iniciativa do governo estadual em modificar um pouco este cenário. Houve investimentos numa rede de internet que alcança grande parte da rede Estadual, a compra de equipamentos de televisão e computação para as salas de aula, a disponibilidade de rede para o uso de alunos na escola, a montagem, manutenção e atualização de laboratórios de informática, e a implantação de disciplinas curriculares ligadas à tecnologia.

É claro que ainda temos um longo caminho a percorrer. Nós professores precisamos nos readaptar a toda essa tecnologia, a aprender e a ensinar com ela, afinal de contas, muitos de nós somos da era analógica, do papel, caneta e quadro e não experienciamos o aprender desta forma.

As tecnologias que recebemos, muitas das vezes ainda não nos atendem adequadamente, a rede de internet ainda falha, os equipamentos nem sempre atendem nossas demandas.

E o mais importante é que ficou muito claro para nós durante a pandemia e após, nossos alunos são consumidores de tecnologia, principalmente de redes sociais, mas quando precisam desenvolver uma tecnologia ou utilizar uma tecnologia específica que fuja de seu dia a dia eles têm uma enorme dificuldade.

Dentro deste contexto, comecei a buscar, ainda em 2017, oportunidades de fazer diferente em sala de aula, intensificando essa busca durante o período de pandemia, que me ofereceu oportunidades únicas para o desenvolvimento de atividades tecnológicas ligadas à educação.

Em 2021 iniciei um curso de robótica educacional através da UNESP de Tupã, o ROBOCLASS, esta oportunidade me abriu oportunidades para um novo mundo. E logo no começo das aulas percebi como os sistemas de programação da robótica se assemelhavam ao funcionamento de nosso sistema nervoso.

Naquele momento, o Estado do Paraná iniciava um projeto de implantação de aulas de robótica no Estado, o que eu ainda não sabia.

Até aquele momento, existiam iniciativas, projetos isolados, no Estado, projetos de grande projeção e reconhecimento. No ano de 2021 o governo do estado iniciou um projeto de implantação de projetos de robótica em contraturno em algumas escolas, como disciplina em escolas integrais e outras modalidades específicas.

O projeto foi crescendo para, em 2023, além da ampliação dos projetos em contraturno, também fazer parte da grade curricular dos alunos do ensino médio no itinerário formativo de matemática e ciências da natureza e para os alunos de escolas em Tempo Integral.

Atualmente todos os Colégios que ofertam o itinerário Formativo de Matemática e Ciências da Natureza no Estado do Paraná, assim como os Colégios em Tempo Integral e mais recentemente os Colégios Cívico-militares, possuem Kits de Robótica, com a plataforma Livre Arduino.

Pergunta de Pesquisa

O uso da robótica educacional pode potencializar o aprendizado sobre o funcionamento do Sistema Nervoso Humano e sua integração com o sistema sensorial para alunos do Ensino Fundamental?

Objetivos

Objetivo geral:

Avaliar se uma sequência didática baseada no uso da robótica educacional pode auxiliar no aprendizado sobre o funcionamento do Sistema Nervoso Humano e sua integração com o sistema sensorial.

Objetivos específicos:

Auxiliar os professores do ensino fundamental a abordarem o aprendizado do conteúdo sobre o funcionamento do sistema nervoso humano e sua integração com o sistema sensorial de forma contextualizada com a realidade dos alunos, inserindo-os no mundo digital e tecnológico e motivando-os ao aprendizado.

Desenvolver e aplicar em sala de aula material didático baseado no uso da plataforma Arduino, voltado ao ensino de biologia, particularmente, o funcionamento do sistema nervoso humano.

Elaborar um material de referência, para professores, com sugestões a respeito de como utilizar o Arduino no Ensino Fundamental, para ilustrar o funcionamento do sistema nervoso humano.

1. REVISÃO SISTEMÁTICA

Esta revisão sistemática de literatura foi realizada com o objetivo de conhecermos melhor a atual situação do campo de pesquisa. Seu planejamento foi realizado com o intuito de fazer um levantamento dos trabalhos acadêmicos voltados para o uso da robótica educacional no ensino de ciências na educação básica, mais precisamente no ensino fundamental e médio, buscando responder à pergunta inicial: Quais são as pesquisas acadêmicas nacionais que abordam o uso da robótica educacional no ensino de ciências na educação básica?

Buscando compreender melhor esses estudos e responder nosso questionamento inicial, realizamos as seguintes perguntas complementares: Quais campos das ciências são abordados? Quais plataformas foram utilizadas nestes trabalhos? Qual nível da educação básica aparece nas pesquisas realizadas? Como estas pesquisas estão organizadas ao longo do tempo? Em que locais elas ocorreram? Estas pesquisas apresentam alguma orientação para professores? Quais conteúdos são trabalhados nestas pesquisas?

Demos seguimento à condução da Revisão Sistemática realizando as buscas destas publicações no mecanismo de busca BiblioTec-UTFPR, sistema integrado de buscas ligado ao setor de Bibliotecas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que integra um conjunto de Bibliotecas digitais, incluindo o Periódicos CAPES e a BDTD.

As buscas ocorreram no mês de julho de 2023, e estabeleceu-se para tal as seguintes *strings* de busca:

“robótica” and “ensino” and “ciências”

“robótica” and “ensino” and “biologia”

“robótica” and “ensino” and “física”

“robótica” and “ensino” and “química”

“Arduino” and “ensino” and “ciências”

“Arduino” and “ensino” and “biologia”

“Arduino” and “ensino” and “física”

“Arduino” and “ensino” and “química”

Os termos foram buscados tanto no título dos trabalhos quanto nos assuntos. Estes termos foram definidos tendo em vista uma abrangência que possibilitasse uma gama de trabalhos que pudessem nos dar uma ampla visão sobre o objeto de pesquisa.

Os dados foram organizados em categorias de interesse em uma tabela do “Google Planilhas”, conforme modelo na Figura 1. As categorias de interesse são:

- Título do trabalho,
- autor,
- local de publicação,
- local de realização do trabalho,
- campo das ciências,
- plataforma utilizada,
- conteúdo trabalhado,
- nível de ensino,
- tipo de pesquisa,
- trabalho curricular ou extracurricular,
- se há orientações ao professor,
- teorias educacionais utilizadas no embasamento da pesquisa,
- objetivo do trabalho e
- o resumo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						
31																						
32																						
33																						
34																						
35																						
36																						
37																						
38																						
39																						
40																						
41																						
42																						
43																						
44																						
45																						
46																						
47																						
48																						
49																						
50																						
51																						
52																						
53																						
54																						
55																						
56																						
57																						
58																						
59																						
60																						
61																						
62																						
63																						
64																						
65																						
66																						
67																						
68																						
69																						
70																						
71																						
72																						
73																						
74																						
75																						
76																						
77																						
78																						
79																						
80																						
81																						
82																						
83																						
84																						
85																						
86																						
87																						
88																						
89																						
90																						
91																						
92																						
93																						
94																						
95																						
96																						
97																						
98																						
99																						
100																						

Figura 1: Tabela de compilação dos dados da revisão

Fonte: autoria própria

1.1. Resultados

Os resultados obtidos na Revisão Sistemática de Literatura são apresentados a seguir. Salientamos que nesta revisão optamos por trabalhar somente com trabalhos publicados em português.

Somando-se todas as buscas realizadas foram encontrados um total de 511 documentos que, após exclusões de documentos repetidos, totalizam 297 documentos a serem analisados.

Após uma análise inicial do conjunto de documentos chegou-se a um número de 218 documentos entre artigos, teses e dissertações, artigos e resumos de congressos, monografias de graduação e especialização e vídeos.

Dos documentos selecionados optamos por analisar somente os artigos publicados em revistas científicas que totalizam 63 documentos (Tabela 1), 34 deles aparecendo na busca que utilizou o termo Arduino, 27 aparecendo somente na busca que utilizou o termo robótica e 2 deles aparecendo nas duas buscas. Consideramos ainda, que do total de artigos, 5 deles são revisões de literatura, desta forma, em alguns momentos, seus dados serão analisados como não aplicáveis.

Apresentamos na Tabela 1 os artigos utilizados nesta revisão, seu ano de publicação e seus autores.

Tabela 1: Artigos utilizados na Revisão de Literatura

Ano	Título	Autores
2012	<u>TOPOBO: aspectos motivacionais do uso da robótica com crianças</u>	Mateus M Santin, João A Silva, Sílvia S C Botelho
2013	<u>Aplicações da robótica no ensino de física: Análise de atividades numa perspectiva praxeológica</u>	Milton Schivani, Guilherme Brockington, Maurício Pietrocola
2014	<u>A FÍSICA NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ELETRICIDADE COM APLICAÇÃO DO ARDUINO</u>	Moacir Fernandes; Ângela Hartmann; Pedro Dorneles
2014	<u>Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de física em tempo real</u>	Fábio S Rocha, Guilherme F Marranghello, Márcia Maria Lucchese
2014	<u>ROBÓTICA EDUCACIONAL APLICADA À APRENDIZAGEM EM FÍSICA</u>	Roseli Fornaza, Carine G. Webber
2015	<u>Estações meteorológicas de código aberto: um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico</u>	R.B. Silva, L.S. Leal, L.S. Alves, R.V. Brandão, R.C.M. Alves, E.V. Klering, R.P. Pezzi
2015	<u>Kits Educacionais de Robótica: opções para o Ensino de Ciências</u>	Roseli Fornaza, Carine G. Webber e Valquíria Villas-Boas
2015	<u>Robótica educativa livre no ensino de Física: da construção do robô à elaboração da proposta didática de orientação metacognitiva</u>	Marco A S Trentin, Cleci T W da Rosa, Álvaro B da Rosa, Adriano C Teixeira
2016	<u>Avaliação do módulo da aceleração da gravidade com Arduino</u>	Judismar T G Junior, Gabryel S Ramos, Samir L Silva, Aline C Gama
2016	<u>Experimento de condução térmica com e sem uso de sensores e Arduino</u>	Cleci T W da Rosa, Marco A Trentin, Álvaro B da Rosa, Alisson C Giacomelli
2016	<u>A Robótica Educacional como apoio para aulas de ciências no Ensino Fundamental: Relato de atividade envolvendo o estudo das cores.</u>	Ciro R Daros, Cleci T. W da Rosa, Luiz M Darroz
2017	<u>Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio</u>	Sérgio Silveira, Mauricio Girardi
2017	<u>Projeto de um calorímetro de relaxação para ensino de Física</u>	Fábio S Rocha, Paulo H Guadagnini, Marcia M Lucchese
2017	<u>CONTRIBUIÇÕES DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO</u>	GILSON A RODRIGUES, MAURO S T DE ARAÚJO, RICARDO FORMENTON
2017	<u>Relações entre a Robótica Educacional e a Física do Ensino Médio</u>	Andréa C Morales, Patrícia Giacomelli e Gabriela M da Costa
2017	<u>Robótica Educacional aplicada à Simulação do Sistema Digestório</u>	Cristine E R dos Reis, Guilherme B Duso, Carine G. Webber
2018	<u>Ciclo de Modelagem associado à automatização de experimentos com o Arduino: uma proposta para formação continuada de professores</u>	Marcio V Corrallo, Astrogildo C Junqueira, Tunísia E Schuler
2018	<u>Contribuições do Arduino no Ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino</u>	Michele M P C Moreira, Mairton C Romeu, Francisco R V Alves, Francisco R O da Silva

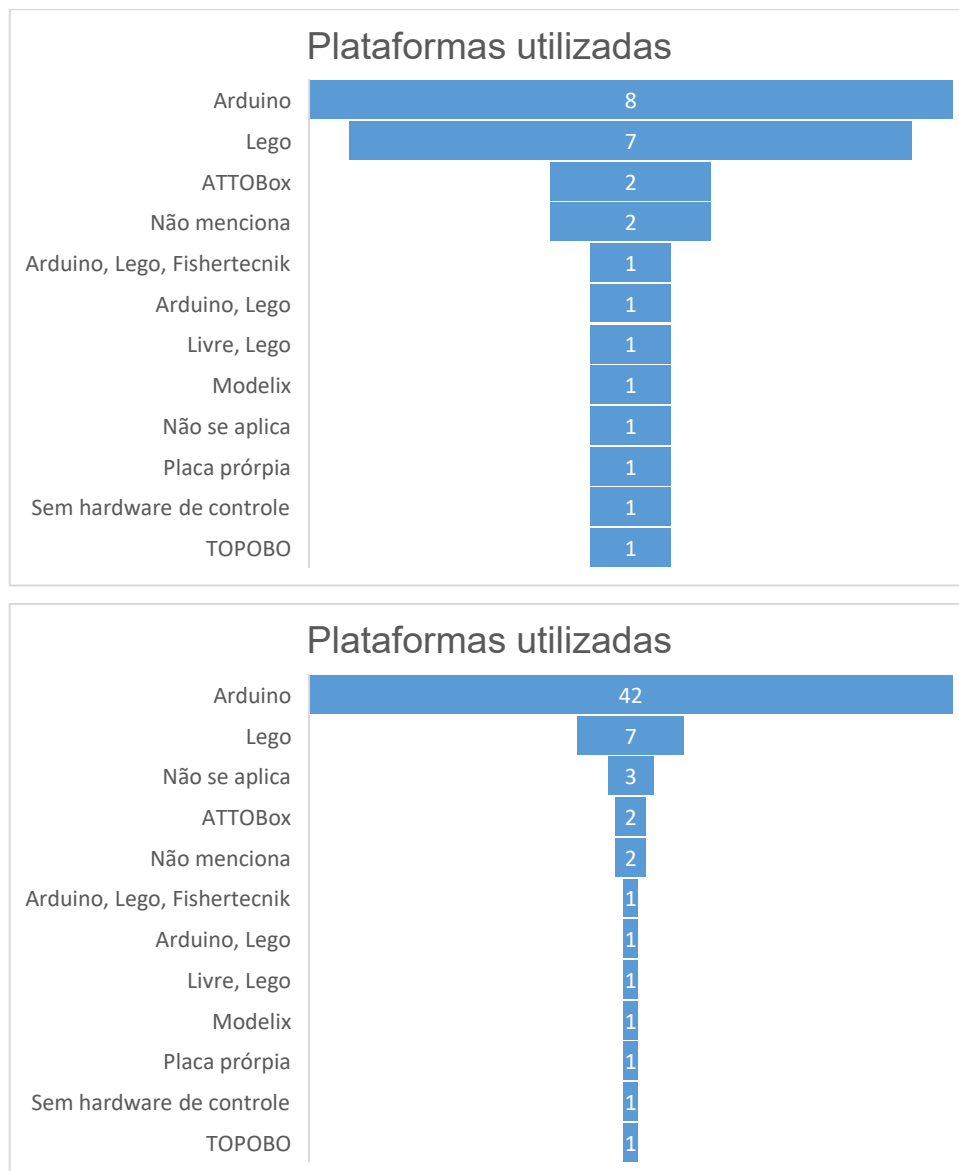
2018	<u>Utilização de Arduino como motivador no ensino de física para alunos de graduação em matemática</u>	Tiago D ADMIRAL; Edmundo JÚNIOR; Marília P LINHARES
2018	<u>A robótica livre e o ensino de física e de programação: desenvolvendo um teclado musical eletrônico</u>	Thais G M de Andrade, Zaíne R S Vicente, Heryverton A L Leite, Ana Paula C Cabral, Rodrigo Baldow, Nady Rocha, Marcelo B C Leão
2018	<u>Estudo de gráficos da cinemática através do jogo batalha naval e de atividades robóticas</u>	Luiz A Dworakowski, Pedro F Dorneles, Ângela M Hartmann
2018	<u>O software Atlas.ti como recurso para a análise de conteúdo: analisando a robótica no Ensino de Ciências em teses brasileiras</u>	Luiz A S Junior, Marcelo B C Leão
2018	<u>Relato e análise de uma sequência didática sobre forças de atrito com uso de kits de robótica educacional no primeiro ano do ensino médio</u>	Toni F M dos Santos, Paulo José S dos Santos
2018	<u>ROBÓTICA EDUCACIONAL: Um recurso para abordar os conceitos de movimento e velocidade no Ensino Fundamental</u>	Rodrigo Biehl, Silvana Martins, Sônia E M Gonzatti
2018	<u>Robótica Pedagógica, uma forma diferenciada para o ensino de Ciências na região Amazônica</u>	David G Oliveira, Wellington S Fonseca
2019	<u>Experimento de física com Arduino em aula remota</u>	Tiago D Admiral
2019	<u>Proposta experimental para análise das variáveis de estado dos gases com Arduino</u>	João M Cardoso, Marcelo Zannin
2019	<u>Construção de brinquedos em aulas de Robótica Educacional aliadas ao Ensino de Ciências</u>	Josilda S N Mesquita, Mirian P S Albrecht
2019	<u>Projeto Robótica Pedagógica: o resgate do PROUCA para o Ensino de Ciências – na educação 4.0</u>	David G de Oliveira; Wellington S Fonseca
2019	<u>Robótica educacional: um recurso para a exploração de conceitos relacionados à transferência de calor</u>	Maurício V Silva, Sônia E M Gonzatti, Wolmir J Böckel
2020	<u>Abordagem simbiótica entre TICs e física no ensino médio mediada por Arduino</u>	Renatto B. Souza
2020	<u>Construção de uma maquete experimental automatizada para a determinação da constante de Planck com o auxílio da plataforma Arduino</u>	Ivanor N Oliveira, Jorge A P. Ramos, Wilton L Silva, Valtini D Chaves, Clênia A O Melo
2020	<u>Construção de uma maquete experimental automatizada para o estudo da polarização da luz e comprovação experimental da Lei de Malus com o auxílio da plataforma Arduino</u>	Ivanor Oliveira, Wilton L Silva, Jorge A P Ramos, Clênia A O de Melo, Carlos Takiya, Valtini D Chaves
2020	<u>Estudo das propriedades do Diodo Emissor de Luz (LED) para a determinação da constante de Planck numa maquete automatizada com o auxílio da plataforma Arduino</u>	Ivanor N. de Oliveira, Jorge A. P. Ramos, Wilton L. Silva, Valtini D. Chaves, Clênia A. O. de Melo
2020	<u>Experimento de difração luminosa utilizando coleta de dados totalmente automatizada por Arduino</u>	Tiago D Admiral
2020	<u>Sequência didática para estudo dos conceitos de Mecânica por meio do Arduino</u>	João Cláudio Nunes Carvalho, Nickyson Brandão Everton
2020	<u>Um protótipo usando Arduino para o estudo da lei de Hooke</u>	João C N Carvalho, Oséias S Mourão
2020	<u>Velocidade do som em metais pelo método do tempo de voo</u>	Denilson B. de Souza Jr., John W. B. de Araújo, Edson M. Kakuno
2020	<u>CONFECCÃO DE UM ROBÔ PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO</u>	Wesley D Almeida, Thais C dos Santos, Louise M Martins, Nayara T B Barbosa, Rodoglas M dos Santos, Igor Prochnow, Mara F Parisoto
2020	<u>Articulações entre práticas de educação ambiental, robótica e cultura maker no contexto das aulas de laboratório de ciências</u>	Aline Alvares Machado, Márcia Regina Rodrigues da Silva Zago
2020	<u>Contribuições da Engenharia Didática como elemento norteador no Ensino de Física: estudando o fenômeno de Encontro de Corpos com atividades da Robótica Educacional</u>	José Roberto Lima, Helaine Ferreira
2020	<u>Projeto didático cidade do futuro: a robótica educativa de baixo custo como uma possibilidade para o ensino de física</u>	Bianca Lazareto, Luciana Leal da Silva Barbosa
2020	<u>Projeto Engenharia De Trânsito: Robótica No Semáforo De Cruzamento</u>	Amilson Araújo, Ivanderson P da Silva, Kleber C Serra
2020	<u>Uma Proposta de Robótica Educacional Aplicada ao Ensino de Titulações Ácido-Base</u>	Iterlandes M Junior, Efraim L Reis, César Reis, Odilaine I C Damasceno, Per Christian Braathen

2021	<u>A Utilização do Arduino como estratégia de Ensino para acadêmicos de licenciatura em física da Universidade do Estado do Pará</u>	Janaina B Santos, Brenda K F Sampaio, Jéssica K B dos Santos, José F P Leal
2021	<u>Construção de um circuito de LEDs com Arduino como estratégia para promover a motivação no Ensino de física.</u>	Fábio Lombardo Evangelista
2021	<u>Ensino de física para o primeiro ano do Ensino Médio na Residência pedagógica com a utilização da plataforma Arduino</u>	Carlos J de S Amorim, Fábio L Evangelista, Luciano L Alvarenga
2021	<u>O ENSINO DE FÍSICA ALIADO A RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS (RED): As contribuições da plataforma Arduino em sala de aula</u>	Weimar S Castilho, Denise L de Oliveira, Marco V G Dutra
2021	<u>O ENSINO DE FÍSICA INTEGRADO A PLATAFORMA ARDUINO. UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA</u>	Antônio de L C Júnior, Jeirla Monteiro, Darkson F da Costa, Gilvandenys Leite Sales
2021	<u>O Experimento de dilatação do ar com Arduino: ampliando possibilidades de utilização na perspectiva do Ensino de Ciências por investigação.</u>	Adriano M Stuchi, Wesley L da Paz
2021	<u>O uso da placa Arduino no estudo de Movimento Circular: Uma proposta de intervenção para a Física no Ensino Médio</u>	SILVA, Francisco R O, SANTOS, Priscila S, ROMEU, Mairton C, CASTRO, Juscileide B
2021	<u>Plataforma de prototipagem Arduino no ensino da física: uma revisão sistemática da literatura</u>	Sebastião C M Neto, Verônica M L Silva, José W C Silva, Reudismam R Sousa
2021	<u>Uma proposta experimental de eletricidade com o uso da placa de prototipagem Arduino para o ensino de física</u>	Antônio de L C Júnior, Jeirla A Monteiro, Darkson F da Costa, Gilvandenys L Sales
2021	<u>A Construção de redes de conhecimento em laboratórios didáticos STEAM.</u>	Marco Braga, Roni Ferreira, Carlos S Pinto
2021	<u>A ROBÓTICA APLICADA AO ENSINO DE RESISTORES NÃO LINEARES POR MEIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</u>	Michel Batista, Gilson Schiavon, Geislana P F Duminelli
2021	<u>Robótica aumentada: Interação entre robôs reais e cenários virtuais projetados com aplicação no ensino de Física</u>	Gilberto de O Viana, Rafael J Ribeiro, Gregory V C Figueiredo
2021	<u>Robótica escolar como recurso fomentador de Ciência exatas e Tecnologia para o letramento científico de estudantes da educação básica no município de Ituiutaba-MG</u>	Aurea M Jesus, Ana Paula S da Silva, Elisson A Batista, Marcio S Ramos, Julia L A Duraes, Rivia A Martins, Agaone D Silva, Eronides A de O Filho
2022	<u>Arduino no Ensino de Física: uma Revisão Sistemática de Literatura de 2011 a 2021</u>	Jeirla A Monteiro, Maria de F Vilhena, Francisco H S da Silva, Isabel C R de Lucena, Antônio de L C Júnior
2022	<u>Aula experimental remota: determinação do coeficiente de restituição utilizando Arduino</u>	Tiago D Admiral
2022	<u>Comparação de dados coletados com termo-higrômetro comercial e com sensor DHT-11 associado a uma placa Arduino e seu potencial de uso em pesquisa e ensino de ciências</u>	Erich de F Mariano
2022	<u>Construção de um Medidor de Carga e Energia Armazenada em Capacitores Utilizando a Plataforma Arduino</u>	Gilson J Schiavon, Andreza D Ataiades, Oscar R dos Santos, Michel C Batista, Wladimir S Braga, Alexandre R Souto
2022	<u>Criação de um carrinho funcional com Arduino para o ensino da física</u>	Diego F G Cataño, Alexander J Gusman, Jorge O S Arcila, Juan C C Acosta
2022	<u>A ROBÓTICA SUSTENTÁVEL COMO ESTRATÉGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS</u>	Maria do C S Rocha, Aparecida da S X Barros, Petterson S Rocha, Bruno X Barros, Déric V Santos

Fonte: Autoria própria

Iniciamos esta revisão sistemática analisando as plataformas utilizadas. Dentre os artigos onde utilizamos a palavra robótica na *string* de busca, percebemos que a maior parte deles foi realizado somente com o uso da Plataforma Arduino, presente em 8 dos estudos, seguida da plataforma Lego, presente em 7 dos trabalhos (Gráfico 1a), o que já era esperado devido a utilização com maior frequência destas plataformas nos projetos de Robótica Educacional. Nos outros trabalhos podemos ver o uso concomitante de plataformas ou plataformas menos conhecidas.

No entanto, se somarmos estes resultados àqueles obtidos nas buscas onde a *string* era *Arduino*, teremos um número muito maior de artigos utilizando a plataforma Arduino como ferramenta de trabalho, totalizando um total de 44 trabalhos que foram desenvolvidos com o uso da plataforma Arduino (Gráfico 1b).



Gráficos 1a e 1b: Plataformas utilizadas

Fonte: Autoria própria

Ao analisarmos as datas de publicação, vemos que a primeira publicação foi realizada no ano de 2012, com um número crescente de publicações acontecendo a partir do ano de 2018, conforme nos mostra o gráfico 2.

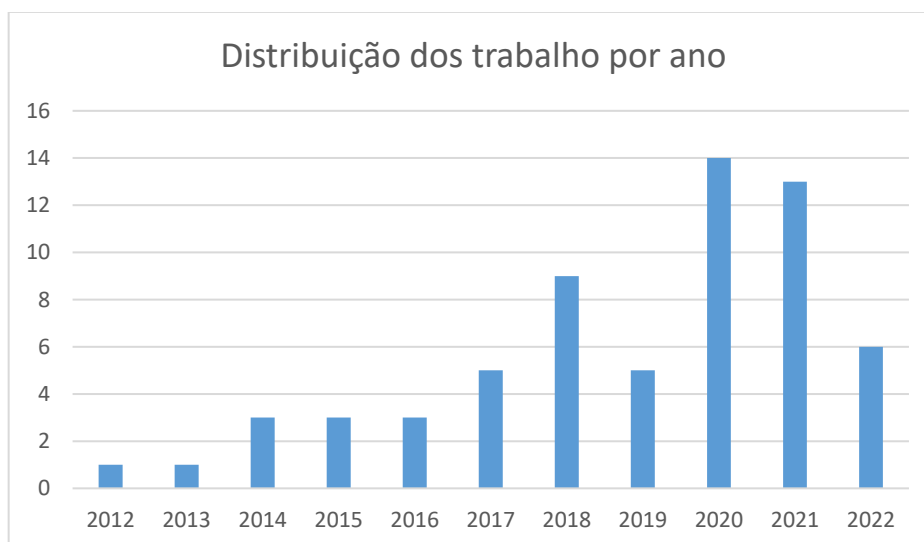


Gráfico 2: Distribuição dos trabalhos por ano.

Fonte: Autoria própria

Em relação aos meios de publicação (gráfico 3), temos uma grande variedade de revistas nas quais os artigos foram publicados, no entanto temos uma concentração maior de artigos publicados na Revista brasileira de Ensino de Física (8), no Caderno Brasileiro de Ensino de Física (8), Research, Society and Development (5), Brazilian Journal of Development (4), Novas Tecnologias na Educação (4), e as outras revistas apresentando de 1 a 3 artigos publicados. Isso já demonstra uma prevalência de artigos publicados na área da física, o que é corroborado com a análise dos campos da ciência explorados em cada um dos artigos analisados (Gráfico 4).

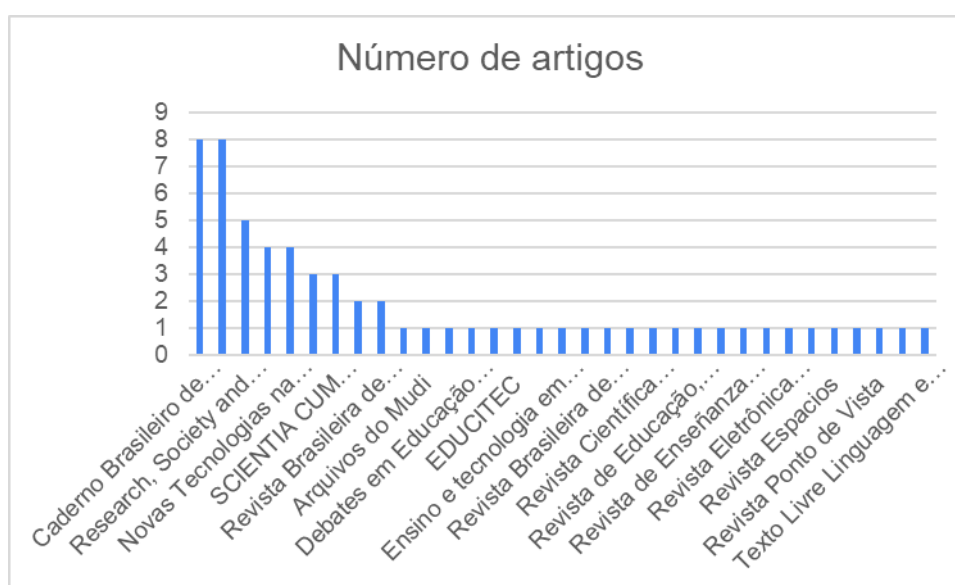


Gráfico 3: Local de publicação

Fonte: Autoria própria

Conforme observamos, temos um total de 79,4% dos artigos publicados na área da física, somando um total de 50 artigos. Se considerarmos ainda aqueles nos quais a física é trabalhada de forma interdisciplinar ou conjuntamente com a matemática, esse número aumenta para 84,2% das publicações. Se analisarmos os outros campos da ciência, veremos que 4 artigos foram publicados como ciências, sem especificar a área de trabalho, 2 artigos na área de biologia e 1 na área de química, sendo que em 3 dos artigos esta área não foi especificada.

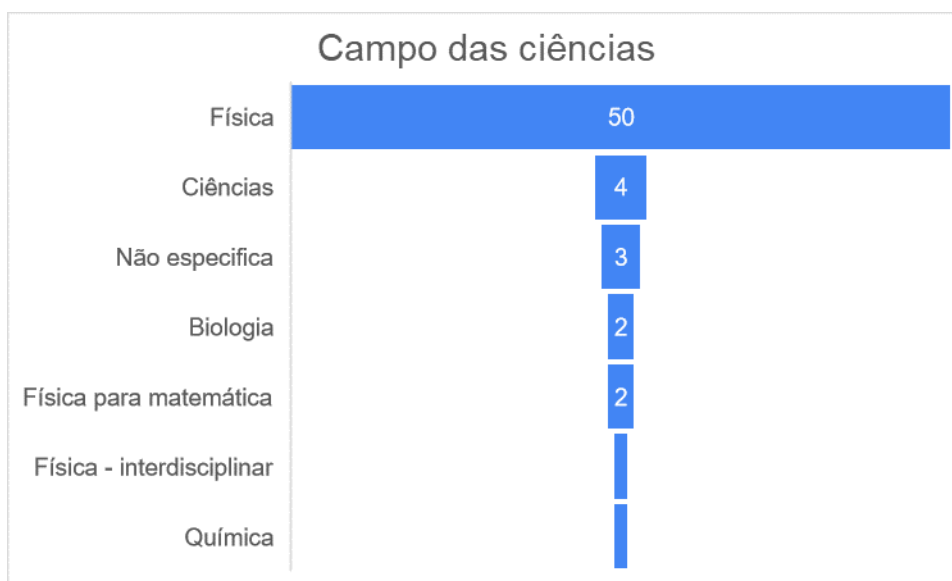


Gráfico 4: Campo da ciência explorado nos artigos

Fonte: Autoria própria

Em relação aos conteúdos estudados observamos uma prevalência de conteúdos de cinemática (18,8%), eletricidade (13,1%) e calorimetria (6,6%), todos relacionados a física. No campo da biologia, no qual esta dissertação é focada, encontramos um trabalho realizado com base no sistema digestório e outros dois relacionados ao clima/meio ambiente. Além disso, encontramos um total de 13,15% dos trabalhos que não apresenta o conteúdo, ou ainda no qual o conteúdo não se aplica por serem revisões de literatura (Gráfico 5).

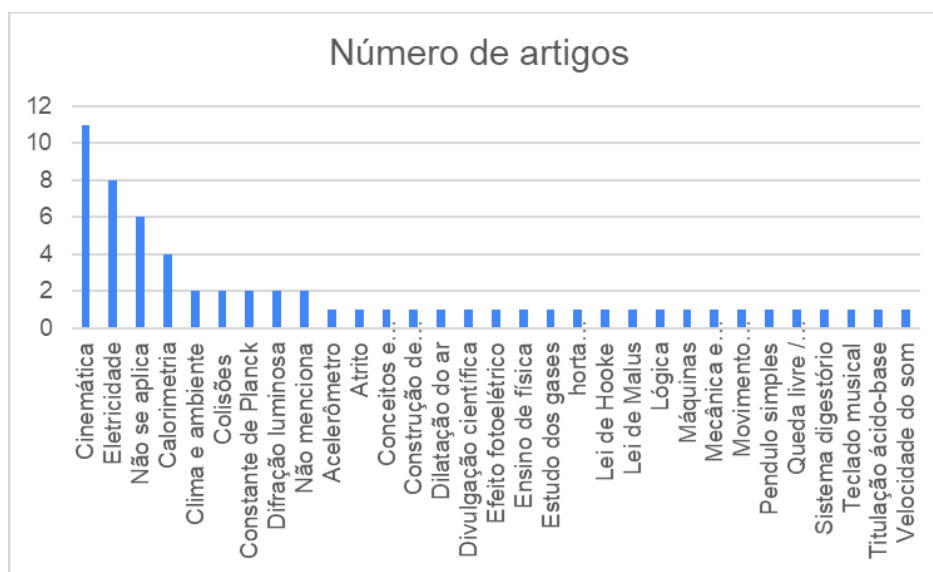


Gráfico 5: Conteúdos trabalhados nos artigos analisados.

Fonte: Autoria própria

Considerando que esta dissertação é realizada dentro de um programa de pós-graduação na modalidade profissional, no qual um dos materiais a serem desenvolvidos é um produto educacional voltado a profissionais da educação para que possam enriquecer suas atividades, buscamos nos artigos aqueles que apresentam materiais ou orientações aos professores. 42 deles (66,7%) não apresentaram nenhuma orientação aos professores, 14 deles (22,2%) apresentam uma sequência didática, enquanto os outros artigos apresentam orientações diversas (Gráfico 6).

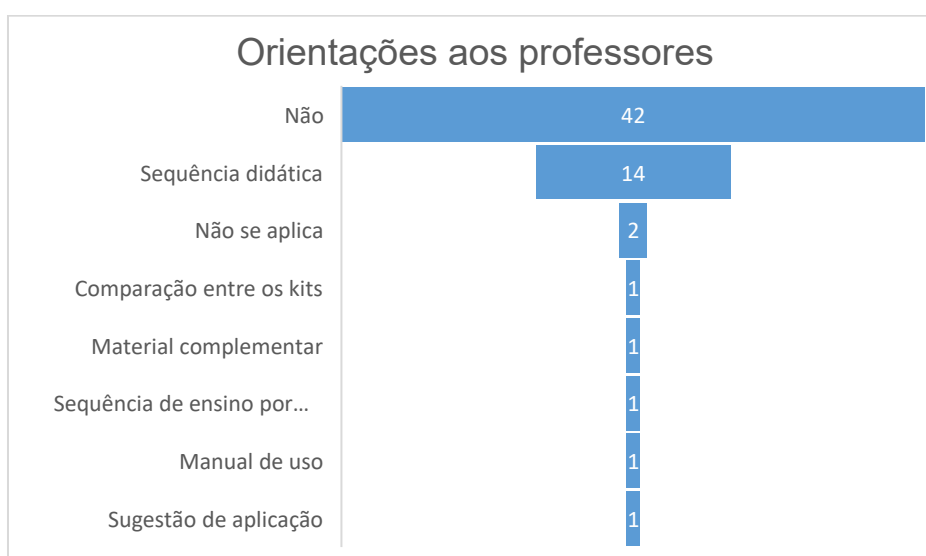


Gráfico 6: Presença de orientação aos professores.

Fonte: Autoria própria

Em relação ao nível de ensino no qual as pesquisas foram realizadas, temos a maior parte delas acontecendo no nível médio e no fundamental anos finais. Optamos por analisar também artigos que envolviam a formação de professores e as licenciaturas, bem como aqueles que mesclavam o ensino superior e a educação básica, já que se propõem a trabalhar com quem será responsável por comandar a sala de aula no futuro (Gráfico 7).

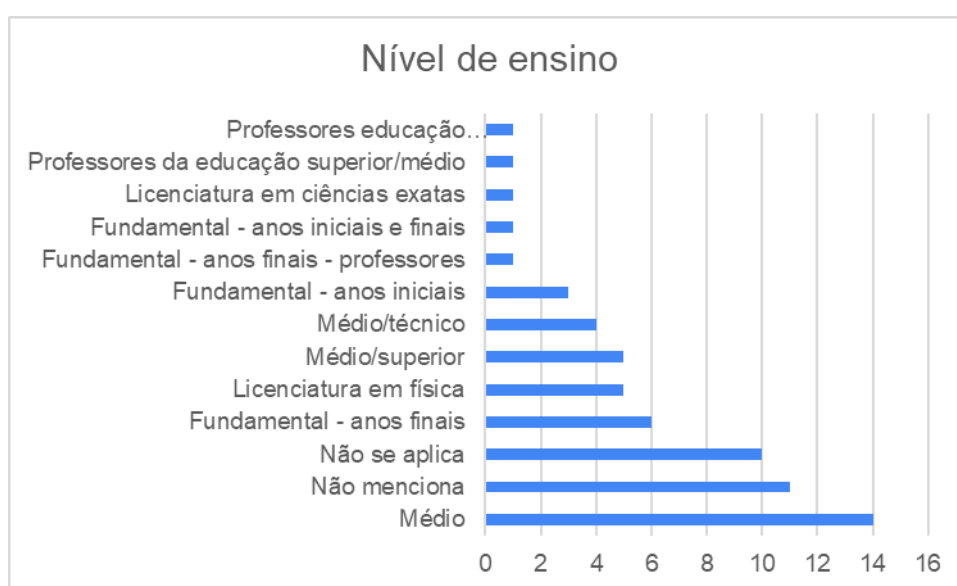


Gráfico 7: Nível de ensino

Fonte: Autoria própria

Em relação à distribuição geográfica dos trabalhos, observamos um grande número de trabalhos realizados no Rio grande do Sul (16 artigos), seguido de Ceará, Paraná, Rio de Janeiro e Santa Catarina (5 artigos cada). A maior parte dos trabalhos está concentrada na região Sul do país, seguindo pela região Nordeste e Sudeste, com poucos trabalhos na região Norte e Centro-Oeste (gráfico 8).

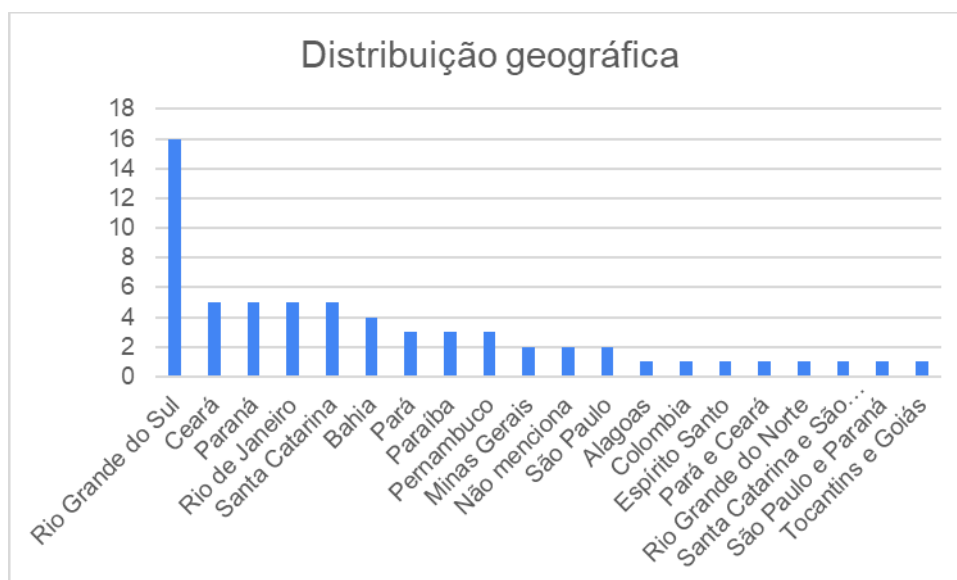


Gráfico 8: Distribuição geográfica

Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos nesta revisão bibliográfica, principalmente os dados referentes ao Campo das Ciências e ao Nível de ensino, justificamos a necessidade da realização de pesquisas relacionadas ao Ensino de Ciências com enfoque na Biologia, nos anos finais do Ensino Fundamental, o que pretendemos atender com este trabalho.

2. REFLEXÕES SOBRE A EDUCAÇÃO

Neste capítulo pretendo refletir sobre a forma como disciplinas “tecnológicas” têm sido utilizadas na educação e para isto utilizarei como interlocutores de base Paulo Freire, Seymour Papert e Michel Resnick.

Para mim fica muito claro como estes três pensadores propõem a utilização das tecnologias na escola. Claro que entre seus pensamentos existem divergências, mas as congruências são mais importantes e é sobre elas que me debruçarei neste percurso.

As tecnologias devem desenvolver a autonomia dos estudantes no desenvolvimento de seu conhecimento, habilidades e competências. As ferramentas tecnológicas devem ser usadas como ferramentas de transformação e aprendizagem crítica e não somente como disciplina curricular, na qual todos devem aprender da mesma forma o mesmo conteúdo.

Iniciamos então com uma reflexão acerca do aprender, o que é aprender, qual é o objetivo de um ser aprender, a não ser mudar a sua própria realidade e a realidade do mundo em que vive. Freire nos brinda com sublime análise do aprender, “Aprender para nós é construir, reconstruir, constatar para mudar, o que não se faz sem abertura ao risco e à aventura do espírito.” (Freire, 2011).

Segundo Resnick (2019) “as experiências de aprendizagem mais valiosas ocorrem quando você está ativamente envolvido no desenvolvimento, na construção ou na criação de algo – quando você aprende criando”. Considerando isso, será que nossos alunos estão realmente aprendendo ou somente reproduzindo montagens e códigos que já vem prontos, sem tempo para pensar e refletir sobre o que está realmente aprendendo?

Vemos em muitas escolas as ferramentas tecnológicas como disciplinas as quais devem ser aprendidas por processos de repetição, isso se dá com conteúdos como informática, programação e robótica. No entanto, segundo Resnick (2019) nos apresenta, Papert considerava o computador como um novo meio de expressão, uma nova ferramenta para criar coisas.

Por este motivo Papert propôs uma nova abordagem educacional a qual denominou Construcionismo. Segundo Resnick (2019), “o Construcionismo une dois tipos de construção: à medida que as crianças constroem coisas no mundo, elas constroem novas ideias em suas mentes, o que as incentiva a construir novas coisas

no mundo e assim por diante, em uma espiral infinita de aprendizagem” (Resnick, 2019).

Ainda segundo Resnick (2019), “quando as pessoas aprendem a escrever, começam a ver a si mesmas, bem como seu papel na sociedade, de um jeito diferente. E citando Freire em sua obra complementa, “é aprendendo que (elas) se fazem e refazem”. Ou seja, é aprendendo que a pessoa pode se tornar crítica, reconhecer seus erros e acertos, se reconstruir enquanto cidadão crítico e se tornar agente de mudança pessoal e social.

Papert (1994), em sua obra *A Máquina das crianças*, também retoma os pensamentos de Paulo Freire, quando diz que “Paulo Freire ensina-nos a não dissociar “ler a palavra” de “ler o mundo”. Tornar-se alfabetizado significa pensar de uma forma diferente da anterior ver o mundo de outra maneira, supondo-se que há muitas alfabetizações diferentes”.

Será que ao colocarmos nossos alunos em um mesmo ambiente, seguindo uma mesma programação para construir um mesmo objeto e programá-lo da mesma forma para realizar um determinado comando, estamos permitindo a eles que utilizem de alfabetizações diferentes em suas aprendizagens? Permitimos aos nossos alunos que demonstrem suas vontades e exerçam a autonomia para construírem seu próprio aprendizado? Ou somente continuamos com a educação bancária, na qual depositamos em suas mentes conceitos, códigos, conteúdos e modelos que queremos que eles “aprendam”?

Para RESNICK (2019) a programação tem o mesmo potencial de transformação de quando a as pessoas aprendem a ler e escrever, ainda mais numa sociedade na qual as tecnologias digitais são símbolo de possibilidade e progresso.

Segundo Papert (1994),

o início da introdução das tecnologias digitais na escola se deu com poucos computadores que estavam em salas de aula de professores visionários, que o utilizavam como instrumento de transformação, no entanto, à medida que o número de máquinas aumentou, estes foram acondicionados nos “laboratórios de informática” e um currículo foi implementado. Assim as características subversivas do computador foram desgastando-se, em vez de cortar caminho, desafiando assim a própria ideia de fronteiras entre as matérias o computador tornou-se uma nova matéria. O que havia começado como um instrumento subversivo de mudança foi neutralizado pelo sistema, convertido em instrumento de consolidação.

Freire afirma que “Toda prática educativa que se funda no estandardizado, no preestabelecido, na rotina em que todas as coisas estão pré ditas, é burocratizante e, por isso mesmo, antidemocrática.” (Freire e Faundez, 2014).

O mesmo pode acontecer com o uso da robótica na escola. Podemos utilizá-la como ferramenta de potencialização da aprendizagem dos nossos estudantes, lhes dando autonomia para caminhar em seus processos de aprendizagem crítica e contextualizada. Ou podemos curricularizá-la como disciplina, dentro de um formato e plano de aula padronizados, perdendo assim seu caráter disruptivo.

Os aparelhos de smartfone que nossos alunos carregam nas mãos têm uma capacidade gigantesca de promover a mudança social, mas para isso é necessário que os estudantes saibam utilizá-los de forma a criar, desenvolver, aprender, o que vemos acontecendo muito timidamente. Pois, boa parte dos jovens estudantes acabam utilizando os celulares para assistir a vídeos, usar redes sociais e jogar, ou seja, consumir conteúdo já pronto, não focando sua atenção na capacidade de criação que possuem em suas mãos. Ou melhor, sem ter a capacidade de enxergar, compreender as possibilidades de criação e transformação que podem ser geradas com os equipamentos que possuem.

O questionar, o descobrir, o perguntar e a curiosidade acabam ficando alheios ao processo de aprendizagem, Freire nos coloca que “no ensino esqueceram-se das perguntas, tanto o professor como o aluno esqueceram-nas, e no meu entender todo conhecimento começa pela pergunta. Começa pelo que você, Paulo, chama de curiosidade. Mas a curiosidade é uma pergunta!” (Freire e Faundez, 2014).

Se o aluno não consegue fazer a pergunta, questionar buscar, como ele saberá que atingiu seu objetivo de aprendizagem, se não sabia onde deveria chegar?

Segundo Resnick (2019), “quando as crianças aprendem a usar as tecnologias para se expressar e compartilhar ideias por meio da programação, elas começam a se ver de novas formas e a enxergar a possibilidade de contribuir ativamente para a sociedade. Elas começam a se ver como parte do futuro.”

Essa visão de ser parte do futuro é de extrema importância, pois vemos muitos jovens que não conseguem ver perspectivas de futuro e não percebem que a aprendizagem pode ser este caminho, tornando-se desmotivados e apáticos em seu caminhar escolar ou educacional.

Papert (1994) faz o seguinte questionamento: ao tentar ensinar às crianças o que os adultos querem que elas saibam, a Escola utiliza a forma natural dos seres

humanos aprenderem em ambientes não escolares? Percebemos que um determinado grupo da sociedade, chamado por Papert (1994) de “schoolers” estão amarrados à suposição de que o modo de ser da Escola é o único possível, pois nunca viram ou imaginaram alternativas viáveis para proporcionar determinados tipos de conhecimento. A esse respeito, em Freire (2011) encontramos a seguinte citação “O respeito à autonomia e à dignidade de cada um é um imperativo ético e não um favor que podemos ou não conceder uns aos outros.”.

Mas estamos permitindo esta autonomia de aprendizagem a nossos alunos? A nossa escola nos moldes em que as temos hoje, com salas superlotadas, professores desvalorizados, sobrecarregados, alunos com múltiplas habilidades sem atenção individual, currículos engessados e inchados, permitem aos nossos alunos autonomia no desenvolvimento de seu conhecimento? Ou o protagonismo de nossos alunos fica somente na falácia de quem gere o sistema educacional?

Segundo Freire (2011) “É com ela, a autonomia, penosamente construindo-se, que a liberdade vai preenchendo o ‘espaço’ antes ‘habitado’ por sua dependência. Sua autonomia que se funda na responsabilidade que vai sendo assumida.”

Colocamos para nossos alunos que aquele conteúdo que estão aprendendo será utilizado em algum momento de suas vidas, mas realmente utilizarão?

Papert (1994) afirma que “Na vida geralmente o conhecimento escolar é adquirido para ser usado. Todavia aprendizagem escolar com maior frequência encaixa-se na metáfora de Paulo Freire: nela o conhecimento é tratado como dinheiro, para ser guardado em um banco para o futuro”.

Resnick (2019) ainda discute que na escola as crianças acabam sendo sempre ensinadas, o que as torna propensas sempre a reproduzir algo e não a desenvolver. Na escola percebemos muito isso, temos muitos alunos copistas, que querem sempre o conteúdo mastigado para copiar e ter em seus cadernos, mas quando são desafiados a escreverem algo por eles, ou a criarem algo, se frustram, não conseguem realizar e até mesmo se revoltam.

É preciso retomar este processo criativo, muitas das vezes já escondido, é às vezes doloroso, cansativo, mas recompensador. Conforme nos coloca Freire, “O ensino dos conteúdos implica o testemunho ético do professor. A boniteza da prática docente se compõe do anseio vivo de competência do docente e dos discentes e de seu sonho ético” (Freire, 2011). De fato,

Precisamos oferecer às crianças mais oportunidades de realizar explorações lúdicas, tanto com materiais físicos quanto com digitais. O processo de explorações pode ser confuso e tortuoso, mas qualquer processo criativo é assim. Um plano cuidadoso pode ter resultados eficazes, mas não podemos planejar a criatividade. O pensamento criativo é resultado de explorações criativas (Resnick, 2019).

Papert (1994) complementa que “se quisermos novas formas de aprendizagem, necessitamos de um tipo muito diferente de teoria da aprendizagem”, ou seja, não dá para termos resultados diferentes fazendo as mesmas coisas.

As pessoas precisam ver a educação como uma forma de ajudar as crianças a se desenvolverem como pensadoras criativas, e não a entregar informações e instruções em pequenas partes. (Resnick, 2019).

Para Freire “A capacidade de aprender, não apenas para nos adaptarmos, mas sobretudo para transformar a realidade, para nela intervir, recriando-a, fala de nossa educabilidade a um nível distinto do nível do adestramento dos outros animais ou do cultivo das plantas” (2011).

Por fim, Papert (1994) coloca que “construir um animal artificial não é um substituto para estudar os reais, porém proporciona maior compreensão de aspectos dos animais naturais.” Neste ponto justifica este trabalho. Sabemos que estudar parte do corpo humano não o representa por inteiro, mas termos uma forma de demonstrar, construir e apreender o funcionamento desta parte auxilia os alunos a melhor compreender seu funcionamento e poder expandir seus conhecimentos da parte para o todo.

Com este adendo final seguimos este trabalho buscando no conhecimento da parte um caminho para o todo, buscando na autonomia estudantil o caminho para seu aprendizado crítico, para a construção e transformação do mundo em que vivem.

3. TECNOLOGIAS DIGITAIS E EDUCAÇÃO

O uso de tecnologias de informação e comunicação e de tecnologias digitais na educação segue um longo e lento percurso na educação brasileira. Atualmente, vemos uma infinidade de tecnologias digitais permeando a sociedade, no entanto, no espaço escolar ainda temos salas de aulas tradicionais, com carteiras alinhadas, e em muitas delas a única tecnologia disponível é a lousa e o giz.

Apesar de termos vários processos de introdução destas tecnologias no ambiente educacional brasileiro ao longo das últimas décadas, temos uma grande discrepância destes procedimentos, entre escolas privadas e públicas, cidades grandes, pequenas e áreas rurais e entre as diferentes regiões do país.

Este processo lento e desigual provoca grandes desigualdades no processo de ensino e aprendizagem em nosso país, beneficiando grupos já privilegiados e relegando à margem grupos já marginalizados.

Nos últimos anos vemos uma tentativa de disponibilização e inserção de recursos digitais no espaço escolar, no entanto estas tecnologias ainda não fazem parte do dia a dia da maior parte das salas de aula. Nos últimos anos e principalmente depois da pandemia, vemos, no estado do Paraná, local de nossa realidade, uma força motriz do governo estadual em introduzir, nas escolas da rede, várias tecnologias.

O uso das tecnologias pode passar por alguns problemas até que estas sejam efetivamente implantadas, principalmente nas instituições de ensino público. Problemas que podem ser o despreparo dos educadores que não tem oportunidades de se atualizar quanto às novas ferramentas, a falta de investimento para essa área ou o direcionamento de verba recebida para outras áreas que os gestores julgam mais necessárias que a implantação da tecnologia no ambiente educativo (Oliveira, 2020).

Outro fator a se considerar é a imposição do uso de determinada tecnologia sem que muitas das vezes haja estrutura adequada para sua implantação, ou ainda que esta tecnologia não esteja contextualizada a comunidade onde será implantada.

O uso das tecnologias digitais na escola pública pode ser uma ferramenta importante para promover a inclusão digital e melhorar a qualidade do ensino. No entanto, é importante avaliar cuidadosamente como essas tecnologias estão sendo implementadas e quais são os desafios que elas enfrentam.

Um dos principais desafios é a desigualdade no acesso às tecnologias digitais. Muitos alunos das escolas públicas ainda não têm acesso a computadores, tablets ou smartphones, o que pode limitar o seu acesso a materiais educacionais digitais e prejudicar o seu aprendizado. Além disso, a qualidade e a disponibilidade da internet nas escolas públicas também podem ser precárias, o que dificulta o uso de tecnologias digitais em sala de aula.

Outra questão é a falta de capacitação dos professores para utilizar essas tecnologias de forma efetiva e integrá-las ao currículo escolar. Sem o suporte adequado, os professores podem não ter a habilidade de utilizar as tecnologias de maneira eficaz, o que pode limitar os benefícios que elas podem oferecer aos alunos.

Dentro deste contexto as tecnologias acabam sendo usadas como fim e não como meio de aprendizagem e leitura de mundo. O uso das tecnologias deve estar atrelado ao desenvolvimento do conhecimento global do aluno e não como mais uma disciplina curricular a ser aprendida. As tecnologias digitais devem ser utilizadas para enriquecer a aprendizagem dos alunos, permitindo que eles acessem novos conteúdos e desenvolvam novas habilidades, mas sempre em conjunto com outras metodologias de ensino.

Por fim, é preciso garantir que o uso das tecnologias digitais na educação esteja alinhado aos objetivos pedagógicos. Não basta apenas utilizar as tecnologias por utilizar: é necessário que elas sejam empregadas de forma crítica e reflexiva, de modo a potencializar o processo de ensino-aprendizagem. Para tanto, é necessário que os professores estejam preparados para utilizar as tecnologias de forma estratégica, integrando-as às práticas pedagógicas de forma consistente.

Segundo Lévy (1993), “é mais difícil, mas também, mais útil apreender o real que está nascendo, torná-lo autoconsciente, acompanhar e guiar seu movimento de forma que venham à tona suas potencialidades mais positivas”.

Assim, é necessário que se invista na atualização do conhecimento dos docentes quanto à didática ao abordar o ensino das ciências, e que se torne possível o treinamento dos mesmos para que possam utilizar as ferramentas tecnológicas de forma eficiente e eficaz para que esta se torne uma ferramenta poderosa que agregue conhecimento que tornará as ciências inesquecíveis para os alunos (Oliveira, 2020).

A educação escolar precisa compreender e incorporar mais as novas linguagens, desvendar seus códigos, dominar as possibilidades de expressão e as possíveis manipulações. É importante educar para usos democráticos, mais

progressistas e participativos das tecnologias, que facilitem a evolução dos indivíduos (Moran, 1999).

No atual mundo globalizado, é imprescindível a inserção da escola no mundo digital, assumindo o protagonismo e incorporando de modo mais dinâmico essa nova linguagem, seus modos de funcionamento e possibilidades, proporcionando aos seus estudantes essas novas formas de comunicação e de manipulação, vislumbrando democratizar os recursos tecnológicos disponíveis e, ao mesmo tempo, conscientizar os jovens para uma participação mais consciente da cultura digital.

Segundo a BNCC, ao aproveitar o potencial de comunicação do universo digital, a escola pode instituir novos modos de promover a aprendizagem, a interação e o compartilhamento de significados entre professores e estudantes (Brasil, 2017):

Há que se considerar, ainda, que a cultura digital tem promovido mudanças sociais significativas nas sociedades contemporâneas. Em decorrência do avanço e da multiplicação das tecnologias de informação e comunicação, além do crescente acesso a elas pela maior disponibilidade de computadores, telefones celulares, tablets e afins, os estudantes estão dinamicamente inseridos nessa cultura e não somente como consumidores. Os jovens têm se engajado cada vez mais como protagonistas da cultura digital, envolvendo-se diretamente em novas formas de interação multimidiática e multimodal e de atuação social em rede, que se realizam de modo cada vez mais ágil. Por sua vez, essa cultura também apresenta forte apelo emocional e induz ao imediatismo de respostas e à efemeridade das informações, privilegiando análises superficiais e o uso de imagens e formas de expressão mais sintéticas, diferentes dos modos de dizer e argumentar característicos da vida escolar (Brasil, 2017).

No entanto, ao longo dos últimos anos vemos um aumento da oferta de processos educacionais baseados em tecnologias digitais, onde, muitas delas alteram somente a forma como o conteúdo é transmitido aos alunos, não sendo necessariamente uma metodologia ativa que os leve ao pensamento crítico e ao desenvolvimento de uma prática ativa na busca da construção de seu conhecimento.

A tecnologia tem desempenhado um papel cada vez mais importante na educação nos dias de hoje. Com a expansão das tecnologias digitais, como computadores, smartphones e tablets, o uso dessas ferramentas no processo educacional tem sido cada vez mais frequente.

O uso de tecnologias digitais na educação tem como objetivo melhorar a aprendizagem dos alunos e aumentar sua motivação e engajamento. As tecnologias

digitais permitem que os alunos acessem uma grande variedade de conteúdos educacionais, incluindo textos, vídeos, jogos, simulações e aplicativos educacionais.

As tecnologias digitais também permitem que os alunos trabalhem em projetos colaborativos, o que pode ajudá-los a desenvolver habilidades sociais e de comunicação. Além disso, as tecnologias digitais podem ser usadas para personalizar o ensino, permitindo que os alunos trabalhem em seu próprio ritmo e recebam feedback imediato.

Segundo Santos, Maia e Souto (2022) o constructo teórico humanos-com-mídia, “em uma abordagem contemporânea, se refere à relação existente entre os seres humanos e a antropomorfização das mídias (tecnologias) na produção de conhecimento”.

Dentro desta perspectiva, a tecnologia é vista não apenas como uma reorganização do pensamento, mas também como uma reorganização de outras dimensões da vida humana. (...) Quando a tecnologia é vista como desempenhando um papel central, e construções teóricas como humanos-com-mídia são utilizadas, há consequências epistemológicas (reorganização do pensamento matemático), consequências afetivas (a própria noção do que significa ser humano) e consequências didáticas (camadas de aprendizagem combinada) (Borba 2012).

Segundo Santos et al. (2020), a tecnologia proporciona que a sala de aula ultrapasse o espaço físico, fomentando novas formas de aprendizagem e solução de problemas. Maltempi (2008), afirma, ainda, que as tecnologias podem ampliar as possibilidades de ensinar e aprender oferecendo inúmeras formas para que esses processos ocorram, tornando possível interações que antes eram inimagináveis devido à distância, tempo e/ou custos.

No entanto, é importante lembrar que o uso de tecnologias digitais na educação não é uma solução mágica para todos os problemas educacionais. É preciso haver um planejamento cuidadoso e uma implementação adequada para que as tecnologias digitais possam realmente ter um impacto positivo na aprendizagem dos alunos.

Além disso, é necessário garantir que as tecnologias digitais sejam usadas de forma ética e responsável na educação. Isso inclui proteger a privacidade dos alunos e evitar o uso excessivo de tecnologias digitais que possam prejudicar sua saúde e bem-estar.

A falta de interdisciplinaridade e o baixo uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) ajudam a tornar o aprendizado menos interessante.

Enfim, o uso de tecnologias digitais na educação pode trazer muitos benefícios, mas é preciso ter cuidado ao usá-las. É importante que as tecnologias digitais sejam usadas de forma estratégica e responsável para que possam realmente contribuir para uma educação de qualidade.

3.1. Robótica Educacional

Conforme Machado, Câmara e Willians (2018), muito embora pareça uma dicotomia, a proposta da Robótica Educacional, que tem como principal atividade a montagem de robôs, deve fazer com que nossos alunos não utilizem os recursos digitais de forma “robotizada”, ou seja, sem um olhar crítico em relação ao uso destes recursos.

Desta forma, devemos buscar a todo momento que a robótica neste processo de ensino-aprendizagem não se transforme no fim deste processo e sim num meio, que transforme o aprendizado numa forma ativa de absorver e compreender o conhecimento apresentado, bem como, leve à busca de novos conhecimentos, num ciclo que permita aos alunos aprofundarem seus conhecimentos e sua participação na aquisição e construção de seu conhecimento.

Para que a robótica educacional não seja somente mais uma metodologia que apenas troque a forma de apresentar o conhecimento, o uso de metodologias ativas se torna vital para o sucesso de nossa atividade, pois temos que fazer com que os alunos sejam tão protagonistas quanto os docentes e, para que isso ocorra, as atividades devem privilegiar a ação dos alunos (Machado, Câmara e Willians, 2018).

A robótica educacional alinha, dessa forma, o conhecimento teórico à prática e instiga os estudantes a buscarem respostas em muitas outras disciplinas para desenvolverem seus projetos. A concepção de uma resposta a problemas reais leva ao estudante o desenvolvimento do raciocínio lógico, a pesquisa, a criatividade, fomenta parcerias e interliga conhecimentos (Silva e Oliveira, 2019).

O uso da robótica educacional potencializa o enriquecimento pedagógico e aumenta o leque de novas metodologias ativas na educação. O estudante passa a ser

protagonista de sua jornada em busca do conhecimento sendo o professor um mediador nesse processo. (Dourado e Bulhões, 2021).

Além disso, a metodologia da robótica educacional é eficaz em desenvolver habilidades úteis ao raciocínio lógico, criatividade e relações interpessoais e intrapessoais (Souza, *et al*, 2019), permitindo que os alunos se apropriem de novas ideias sobre ciências e desenvolvimento, e principalmente desenvolvendo neles um senso de autoconfiança. (Resnick, Ocko, Papert, 1988).

Mudanças significativas ocorreram no campo da Robótica Educacional nos últimos anos: muitas escolas passaram a adotar a esse recurso em seus currículos, sobretudo as da rede privada, o país passou a receber eventos que envolvem essas ferramentas, como o Scratch Day, e o Torneio First Lego League (FLL), e houve uma transição dos trabalhos com o uso do LOGO para trabalhos com o uso de kits de Robótica Educacional (Santos e Silva, 2020).

Apesar de todo esse desenvolvimento do uso de tecnologias digitais na educação e da robótica educacional nos últimos anos, “a educação carece de iniciativas que incentivem a utilização da tecnologia no ensino das ciências” (Oliveira, 2020).

3.2. Plataforma Arduino

A plataforma Arduino é um conjunto de software e hardware livres que permitem a utilização por qualquer pessoa que se proponha a tal. Inclusive, atualmente, temos a disposição vários modelos de hardware diferentes, produzidos por muitas empresas em todo o mundo bem como vários softwares que nos permitem programar as placas de circuito Arduino, inclusive de formas mais simples para alunos mais novos, como a programação em blocos, que pode ser realizada pelo mBlock (Figura 2), utilizado nas escolas estaduais do Paraná para as aulas do Ensino Fundamental. Ou mesmo, softwares específicos para algumas montagens realizadas com o uso do Arduino, como o OttoBlockly (Figura 3), utilizados para programar robôs Otto (Figura 4), que utilizam a placa Arduino.

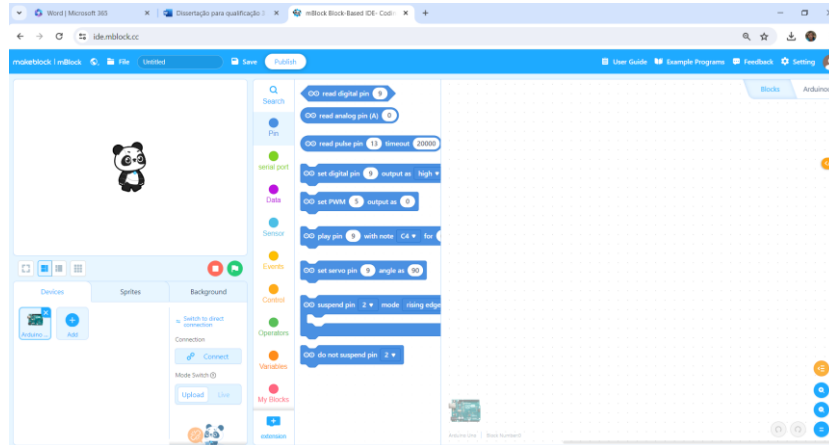


Figura 2: Tela do mBlock

Fonte: <https://ide.mblock.cc/> (acesso em 12/06/2024)

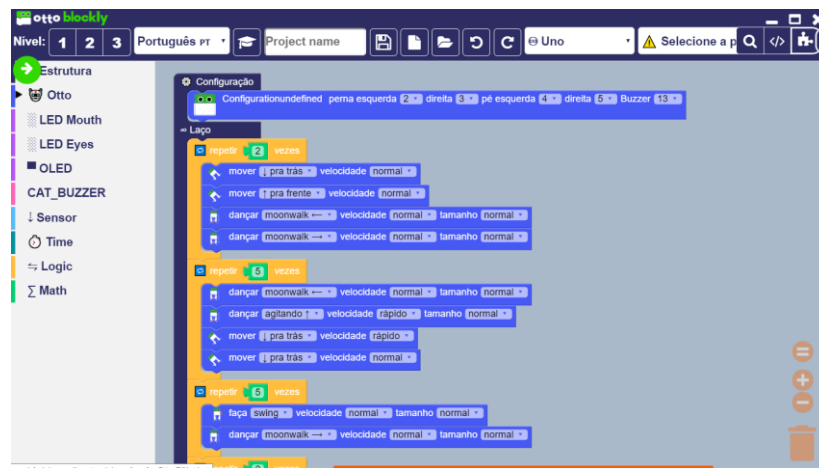


Figura 3: Tela do ottoblockly

Fonte: autoria própria



Figura 4: Robô OTTO

Fonte: <https://www.ottodiy.com/> (acesso em 12/06/2024)

Segundo o site da idealizadora

o Arduino é uma plataforma de eletrônica de código aberto baseada em hardware e software fáceis de usar. As placas Arduino são capazes de ler entradas - luz em um sensor, um dedo em um botão ou uma mensagem no Twitter - e transformá-las em uma saída - ativando um motor, acendendo um LED, publicando algo online. Você pode dizer à sua placa o que fazer enviando um conjunto de instruções ao microcontrolador na placa. Ao longo dos anos, o Arduino tem sido o cérebro de milhares de projetos, desde objetos do cotidiano até instrumentos científicos complexos. Uma comunidade mundial de “makers” - estudantes, entusiastas, artistas, programadores e profissionais - reuniu-se em torno dessa plataforma de código aberto, e suas contribuições acumularam uma quantidade incrível de conhecimento acessível que pode ser de grande ajuda tanto para novatos quanto para especialistas.

O software Arduino é fácil de usar para iniciantes, mas flexível o suficiente para usuários avançados. Ele roda em Mac, Windows e Linux. Professores e estudantes o utilizam para construir instrumentos científicos de baixo custo, para demonstrar princípios de química e física ou para começar com programação e robótica. Designers e arquitetos constroem protótipos interativos, músicos e artistas o utilizam para instalações e para experimentar novos instrumentos musicais” (Arduino, 2024).

Outra vantagem deste sistema é que ele pode ter acoplado a ele uma quantidade muito grande de sensores e efetores que aumentam as possibilidades de montagem de projetos utilizando o Arduino.

Segundo Bezerra et al (2009)

dentre as vantagens de se utilizar o Arduino, destacam-se: 1 – o hardware é open-source e o software é livre, ou seja, possui seu código-fonte aberto e projetos desenvolvidos com base nele também o devem ser; 2 – ele facilita a comunicação com o computador e o processo de entrada e saída de dados; 3 – sua linguagem possui muitos recursos, é fácil e de rápido aprendizado; 4 – ele pode utilizar a porta USB, encontrada na maioria dos computadores atuais e futuros, ao contrário das portas seriais, paralelas, de jogos, etc.; 5 – roda em múltiplas plataformas (LINUX, MAC OSX, Windows); 6 – o custo é relativamente baixo.

Por todos estes motivos já expostos optamos por desenvolver este projeto com o uso da Plataforma Arduino, além de podermos dar continuidade ao uso da plataforma já utilizada na rede de ensino do Estado do Paraná.

3.3. Robótica Educacional no Estado do Paraná

A robótica educacional começou como projetos isolados em escolas e colégios do Estado do Paraná, sem, no entanto, fazer parte de um projeto/programa que atendesse toda a rede ou grande parte de seus estudantes.

Em 2017, o Estado do Paraná inicia o Projeto SEEDLab, um espaço de criatividade e experimentação, com foco em Programação e Robótica, que atende

alunos e professores da Rede Estadual de Educação do Paraná. Vinculado à Coordenação de Tecnologias Educacionais da Diretoria de Tecnologia e Inovação Educacional (Paraná, 2023 (a)).

Em agosto de 2021, a Secretaria de Estado da Educação e do Esporte lançou o Programa Robótica Paraná, para ofertar a estudantes do Ensino Médio da rede pública estadual, aulas de robótica no contraturno escolar. Por meio deste Programa a SEED disponibilizou a 250 instituições de ensino da rede pública estadual kits de robótica e notebooks para instrumentalizar a aprendizagem, bem como aulas e projetos disponíveis no site: <https://aluno.escoladigital.pr.gov.br/robotica>. (Paraná, 2023 (b)).

No ano de 2023 o ensino da robótica foi ampliado atendendo também a todos os colégios que ofertam a disciplina de Física¹, no itinerário formativo de Matemática e Ciências da Natureza na 2ª série do ensino médio. Inicialmente planejada para o ensino médio, com amplo material didático e aulas preparadas pelo Departamento de Tecnologia e Inovação da Seed-PR, a robótica educacional também passou a ser ofertada para os estudantes do ensino fundamental II (6º aos 9º anos) em projetos de contraturno.

Além dos projetos em contraturno a robótica educacional também é disciplina curricular nas Escolas em Tempo Integral, fazendo parte da formação de alunos do Ensino Fundamental Anos Finais e do Ensino Médio.

Para atender essa demanda, a SEED proporciona a formação de professores dessa disciplina pelo Programa “Formadores em Ação”, um curso de formação continuada que ocorre trimestralmente e atende aos professores da rede estadual. (https://www.educacao.pr.gov.br/formadores_acao)

A secretaria de educação disponibiliza um material bem produzido para a condução das aulas de robótica no estado, no entanto alguns processos impostos pela secretaria de educação, como por exemplo a utilização da realização de QUIZZIZ nas aulas de robótica e a de provas externas como a prova Paraná, engessam o trabalho do professor e o desenvolvimento de projetos que tragam autonomia aos estudantes.

As aulas de robótica acabam sendo burocráticas e sem tempo para que o aluno desenvolva o protagonismo de seu aprendizado, sem tempo para que ele possa pensar sobre suas próprias vontades ou necessidades de aprendizagem.

O compartilhamento dos kits de robótica por todas as turmas da escola é também um outro entrave no desenvolvimento de projetos a longo prazo, pois ao término de cada aula todos os projetos devem ser desmontados para que outras turmas possam utilizar o mesmo material.

Desta forma, muitas das vezes os alunos não têm tempo nem de experimentar, testar ou brincar com o produto construído por ele durante as aulas, muitas vezes não vendo sentido no processo e se desmotivando em participar.

Além disso, o engessamento do currículo desenvolvido pela secretaria, que deve ser cumprido pelos professores, acaba desestimulando a autonomia e o protagonismo dos estudantes que acabam por não terem a oportunidade de desenvolver projetos pessoais pois há um currículo a ser cumprido.

4. ENSINO DE BIOLOGIA - O SISTEMA NERVOSO

O sistema nervoso é único, em relação à vasta complexidade dos processos cognitivos e das ações de controle que pode executar. Ele recebe, a cada minuto literalmente milhões de bits de informação provenientes de diferentes órgãos e nervos sensoriais e então os integra para determinar as respostas a serem executadas pelo corpo (GUYTON e HALL, 2011).

Possui funções diversas, que vão da regulação da liberação de hormônios ou controle de uma resposta motora reflexa, até a atividade cognitiva mais complexa que você possa imaginar. Essas atividades são possíveis pela relação que travamos com o meio ambiente, incorporando informações e abstraindo soluções para problemas. O sistema sensorial é fundamental nesses processos (Faria et al, 2020).

Muitas atividades do sistema nervoso se iniciam pelas experiências sensoriais que excitam os receptores sensoriais, sejam os receptores visuais nos olhos, os receptores auditivos nos ouvidos, os receptores táteis na superfície do corpo, ou receptores de outros tipos. Essas experiências sensoriais podem provocar reações cerebrais imediatas ou essas informações podem ser armazenadas no cérebro, sob a forma de memória, por minutos, semanas, ou anos, e determinar reações do organismo em data futura. (GUYTON e HALL, 2011).

Quando uma importante informação sensorial excita nossa mente, esta é imediatamente canalizada para regiões integrativas e motoras apropriadas do cérebro, para poder provocar respostas desejadas. (...) Assim, se a pessoa encostar a mão em um fogão quente, a resposta instantânea adequada é a de afastar a mão. Seguem-se outras respostas associadas, como mover o corpo inteiro para longe do fogão, e talvez até gritar de dor. (GUYTON e HALL, 2011).

Assim, o aprendizado sobre o Sistema Nervoso humano é de elevada importância para o conhecimento individual de nossos estudantes, para a compreensão de como seu corpo se relaciona com o mundo, como o percebe e como reage aos estímulos recebidos, além disso, pode favorecer a compreensão de como se dá seu aprendizado e as mudanças significativas de cognição e comportamento que ocorrem ao longo da adolescência.

No ensino fundamental - anos finais esse aprendizado é relevante dado que, segundo a BNCC (2017), à medida que se aproxima a conclusão do Ensino Fundamental, os alunos são capazes de estabelecer relações ainda mais profundas

entre a ciência, a natureza, a tecnologia e a sociedade, o que significa lançar mão do conhecimento científico e tecnológico para compreender os fenômenos e conhecer o mundo, o ambiente, a dinâmica da natureza.

Conforme Martins, é importante fazer a relação entre os sistemas do corpo humano, para garantir a construção da noção do corpo como um todo integrado e dinamicamente articulado ao ambiente. Portanto, o estudo do Sistema Nervoso é importante no Ensino de Ciências, pois ele é responsável por todas as ações coordenadas do corpo. Além de que, seu funcionamento desperta muita curiosidade por parte dos alunos, devido a sua complexidade (Martins, 2012).

O ensino do sistema nervoso humano no ensino fundamental - anos finais tem um histórico de ser ministrado na antiga 7ª série, atual 8º ano de ensino, juntamente com os conteúdos relacionados ao estudo dos sistemas do corpo humano.

É um conteúdo considerado complexo e de difícil entendimento pelos alunos, já que exige por parte dos aprendizes uma capacidade de abstração grande. Diferentemente de outros órgãos e sistemas do corpo humano, o sistema nervoso não é tão visível ou tem funções que possam ser sentidas concretamente, dificultando seu aprendizado.

Ensinar sobre o sistema nervoso central pode ser uma tarefa desafiadora, especialmente no ensino básico, pois requer a compreensão de conceitos científicos complexos e muitas vezes abstratos. De fato, os assuntos trabalhados dentro das áreas de conhecimento de ciências naturais podem ser considerados complicados, principalmente devido ao grande número de nomenclaturas científicas envolvidas. (Silva & Menezes, 2023).

Segundo Matos et al (2021), os conteúdos sobre o Sistema Nervoso envolvem termos e conceitos tão complexos, de difícil compreensão, que as práticas metodológicas tradicionalmente adotadas não favorecem o aprendizado e apropriação desses conteúdos. Assim, torna-se imprescindível que os professores adotem alternativas mais eficazes que tornem as aulas mais motivadoras e interessantes.

Por este motivo, o aprendizado deste conteúdo no 8º ano do ensino fundamental, apesar de ser ainda considerado com algum nível de dificuldade, encontrava alunos mais maduros e com um desenvolvimento cognitivo mais apropriado para a aquisição deste conhecimento.

No entanto, após a implementação da BNCC, este conteúdo passou a fazer parte dos objetos de conhecimento do 6º ano do ensino fundamental, quando ainda temos alunos muito jovens e cognitivamente imaturos, comprometendo o entendimento deste conteúdo tão importante para o aprendizado de nossos estudantes.

Buscando possibilidades de garantir o aprendizado de nossos alunos, no contexto do ensino do Sistema Nervoso, nos deparamos com o seguinte trecho

Quando os computadores foram inicialmente desenvolvidos, logo se tornou evidente que essas máquinas têm muitas características em comum com o sistema nervoso. Primeiramente, todos os computadores têm circuitos de entrada que são comparáveis à porção sensorial do sistema nervoso e, também, circuitos de saída que são comparáveis à porção motora do sistema nervoso. Em computadores simples, os sinais de saída são controlados diretamente pelos sinais de entrada, operando, de maneira similar, à dos reflexos simples da medula espinhal. Em computadores mais complexos, a saída é determinada, tanto pelos sinais de entrada, como pelas informações que tenham sido previamente armazenadas na memória do computador, o que é análogo aos reflexos mais complexos e aos mecanismos de processamento da região cortical do sistema nervoso. Além disso, à medida que os computadores fiquem ainda mais complexos, é necessário adicionar mais outra unidade ao sistema, que é chamada unidade de processamento central, responsável por determinar a sequência de todas as operações. Essa unidade é análoga aos mecanismos de controle encefálicos que direcionam nossa atenção em primeiro lugar para o pensamento, a sensação ou a atividade motora e depois para outro, e assim por diante, até que ocorram sequências complexas de pensamentos ou ações. O fato de que os componentes básicos do computador de uso geral são análogos aos do sistema nervoso humano demonstra que o encéfalo é, em termos básicos, um computador que continuamente coleta informações sensoriais e as utiliza junto com as informações armazenadas para computar o curso diário da atividade corporal. (GUYTON e HALL, 2011).

Portanto, percebemos haver muitas semelhanças entre o funcionamento do sistema nervoso humano e o computador, o que é extensível a vários processos de conexão de sensores e efetores utilizados na robótica educacional.

Além disso, segundo Marin (2010) Robôs são dispositivos físicos que, através de sensores, “percebem” o mundo para interagir por meio de ações como manipulação e locomoção, sendo assim classificados em manipuladores e móveis. Isso nos permite simular situações que possam representar funcionalidades do sistema nervoso e permitir a nossos alunos apreenderem estas funções e correlacioná-las com o que ocorre no sistema nervoso humano trazendo para o concreto e permitindo uma aprendizagem consolidada.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, ainda durante a pandemia, buscamos outras formas de apresentar o conteúdo sobre o sistema nervoso a nossos

alunos. Considerando as condições que tínhamos naquele momento, no qual parte de nossos alunos frequentavam as aulas presencialmente enquanto outros encontravam-se em casa, optamos por trabalhar este conteúdo de forma híbrida, neste processo também obtivemos bons resultados de aprendizagem. Esta parte do trabalho foi apresentado no IV Congresso Nacional de Educação da UNEMASUL - MA, disponível no Apêndice 3.

5. PERCURSO METODOLÓGICO

5.1. Delimitando a pesquisa

Propõe-se neste trabalho uma pesquisa qualitativa, de natureza interventiva do tipo pesquisa de aplicação. Neste tipo de pesquisa, práticas que conjugam processos investigativos seriam desenvolvidas concomitantemente de ações com natureza diversificada, pesquisadores e demais sujeitos envolvidos atuam na intenção de resolver questões práticas sem deixar de produzir conhecimento sistematizado. (Teixeira e Neto, 2017).

As pesquisas de aplicação envolvem o planejamento, a aplicação (execução) e a análise de dados sobre o processo desenvolvido, em geral, tentando delimitar limites e possibilidades daquilo que é testado ou desenvolvido na intervenção (Teixeira e Neto, 2017).

No caso deste estudo, buscamos compreender como uma metodologia pode auxiliar a prática docente de forma a melhorá-la e permitir um aprendizado eficiente de nossos estudantes ante a um conteúdo tão complexo. Assim, uma sequência didática baseada no uso da robótica educacional para o aprendizado sobre o funcionamento do Sistema Nervoso Humano foi aplicada aos alunos de uma escola pública da Região Metropolitana de Curitiba.

A intenção de usar a robótica educacional para trabalhar conteúdos de forma interdisciplinar para o estudo do Sistema Nervoso Humano, fundamenta-se no fato de que muitos dos processos de robótica são baseados no processamento e funcionamento do sistema nervoso humano. Para estudar o sistema nervoso e sua interligação com outros sistemas do corpo humano podemos utilizar os sensores, módulos, motores e efetores do Arduino para simular processos neurais e auxiliar na contextualização e concretização do conteúdo para o aprendizado. Adicionando sensores e efetores podemos realizar uma gama gigantesca de experimentos e possíveis projetos (Chitolina e Shield, 2015, Resnick, Ocko, Papert, 1988).

Portanto, além de resolvermos questões relacionadas ao aprendizado do sistema nervoso por alunos do ensino fundamental, analisaremos como se dá esse aprendizado e sistematizaremos este conhecimento em um produto educacional a ser disponibilizados para professores.

Os objetivos desta pesquisa são dar contribuições para a geração de conhecimentos e práticas, envolvendo a aprendizagem, a testagem de princípios pedagógicos e recursos didáticos (Teixeira e Neto, 2017), assim consideramos que a testagem do produto educacional da forma como o fizemos também se enquadra dentro da proposta de uma pesquisa de aplicação.

A amostra foi escolhida, considerando-se os conteúdos didáticos previstos para o sexto ano do Ensino Fundamental. O número total de alunos foi de 24. Todos os alunos pertencentes à turma selecionada participaram do projeto de ensino e aprendizagem, pois este fez parte do planejamento de aula da professora. Os encontros realizados foram registrados em diário de bordo, para posterior análise visando a identificar aspectos relacionados à qualidade e ao grau de envolvimento com as atividades, à interação entre estudantes, a dificuldades, desafios, ideias e soluções encontradas. Na seção de Resultados e Discussão, diversas das considerações apresentadas têm como base as anotações do diário de bordo.

5.2. Caracterização do local e público

O presente projeto de pesquisa foi realizado em um Colégio da Região Metropolitana de Curitiba. O Colégio está localizado na zona periurbana do município e conta com uma ampla área verde composta por floresta nativa em regeneração, e dotada de trilhas e salas-abertas para atividades exploratórias e didáticas.

A maioria dos alunos habita bairros vizinhos a escola, e fazem parte de comunidades carentes.

A instituição escolar possuía, no ano de 2023, 3 turmas de 6º ano, com número de alunos variando de 22 a 25. Dentre estas turmas uma delas foi escolhida para participar do projeto enquanto as outras duas tiveram as mesmas aulas referentes ao sistema nervoso, sem, no entanto, participar do projeto de robótica educacional.

A escolha da turma foi feita por conveniência da escola e da professora, já que este conteúdo foi apresentado pela turma na Feira do Conhecimento, realizada na escola no dia 03 de outubro de 2023. As outras turmas tiveram oportunidade de interação com a robótica educacional na referida feira e posteriormente a esta.

A turma escolhida para participar deste projeto, possui 24 alunos, dos quais 3 são estudantes estrangeiros, que apesar de estarem no Brasil há algum tempo, tem dificuldade em compreender e se comunicar adequadamente em português. Além disso, temos nessa turma dois alunos em nível de alfabetização inadequada para o sexto ano do ensino fundamental, com nível de leitura e escrita referente a alunos do segundo ano do ensino fundamental; temos que considerar que estes alunos foram atingidos pela pandemia no período em que deviam estar cursando o terceiro e quarto ano do ensino fundamental, período essencial para a consolidação da alfabetização.

Estes alunos ficaram sem frequentar a escola por quase dois anos e boa parte deles, por questões socioeconômicas, não tiveram como acompanhar as aulas à distância, ou mesmo ter o apoio das famílias, para a concretização de seu aprendizado. Entretanto, de uma forma geral a turma tem um bom aprendizado e desenvolvimento, apesar das lacunas deixadas durante o período de pandemia.

A turma apresenta um comportamento agitado, conversa bastante, mas em sua maioria demonstra preocupação com sua aprendizagem e realiza de forma adequada as atividades propostas.

5.3. Ensino do Sistema Nervoso Humano

Como o objetivo principal deste trabalho é utilizar a robótica educacional, com o intermédio da plataforma Arduino, descrevo a seguir a implementação de um produto educacional a ser testado em sala de aula.

Antes do início da implementação do projeto, fizemos a aplicação de um questionário de sondagem do conhecimento inicial dos alunos para que pudéssemos direcionar o ensino e facilitar a aprendizagem dos alunos. Após a implementação do projeto, aplicamos um relatório de avaliação. (Apêndices 1 e 2)

Iniciamos a implementação do produto, com uma introdução a anatomia e funcionamento do sistema nervoso humano. Para isso utilizamos infográficos, produzidos pela professora com auxílio da Plataforma CANVA e imagens para auxiliar o aprendizado dos alunos. As aulas teóricas foram desenvolvidas ao longo de duas semanas, somando um total de 6 horas/aulas, sendo cada aula de 50 minutos.

As aulas foram desenvolvidas com a disponibilidade aos estudantes dos infográficos (Figuras. 5, 6, 7, 8, 9 e 10) produzidos pela professora e discutidos coletivamente em sala de aula. Além disso, os alunos ainda utilizaram imagens do sistema nervoso central e de neurônios (Figuras 11 e 12) para identificar suas

estruturas e funções. Além do conteúdo dos infográficos, também foi trabalhado com os alunos os conteúdos de integração do sistema nervoso, ações voluntárias e involuntárias e reflexos do sistema nervoso.

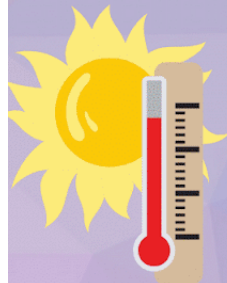
SISTEMA NERVOSO HUMANO

A sobrevivência dos homens e dos animais está relacionada a forma como conseguem perceber o ambiente a sua volta



O Sistema Nervoso Humano é responsável por coordenar as ações e funções de nosso corpo.

Também é responsável pelo pensamento, sentimento e aprendizagem.



O sistema nervoso percebe estímulos vindos do ambiente, como frio e calor, e também, estímulos internos, como a vontade de urinar.

Figura 5: Infográfico sobre o sistema nervoso humano

Fonte: autoria própria



Figura 6: Infográfico sobre a estrutura do sistema nervoso.

Fonte: autoria própria.

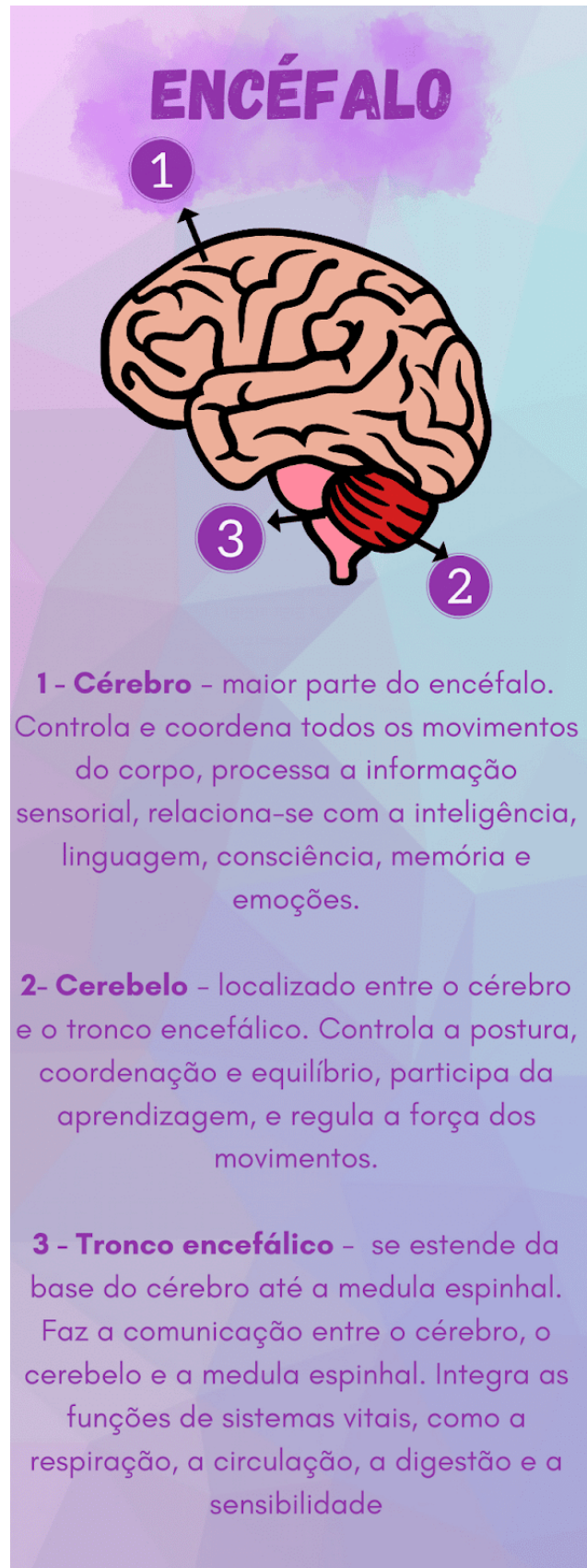
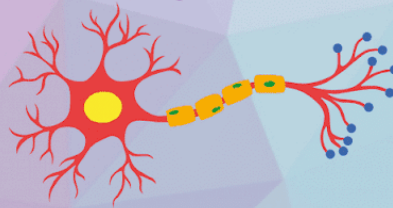


Figura 7: Infográfico sobre o encéfalo.

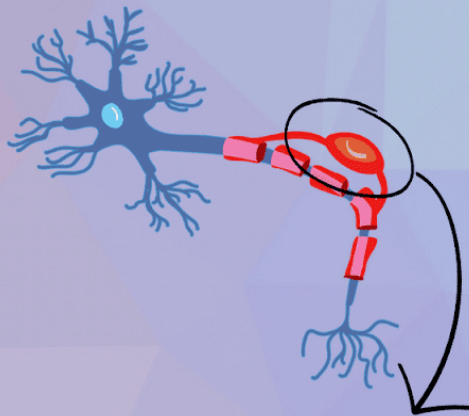
Fonte: autoria própria.

CÉLULAS NERVOSAS

O tecido nervoso é formado principalmente por dois tipos de células os neurônios e os gliócitos (células da glia)



Neurônio - célula especializada do sistema nervoso, transmite sinais elétricos para outras células. Normalmente possui um corpo celular com um núcleo e duas ou mais fibras chamadas dendritos e axônio.



Gliócito - célula que fornece suporte físico e químico aos neurônios, estão localizados no sistema nervoso central e no sistema nervoso periférico e não produzem impulsos elétricos.

Figura 8: Infográfico sobre as células nervosas.

Fonte: autoria própria.

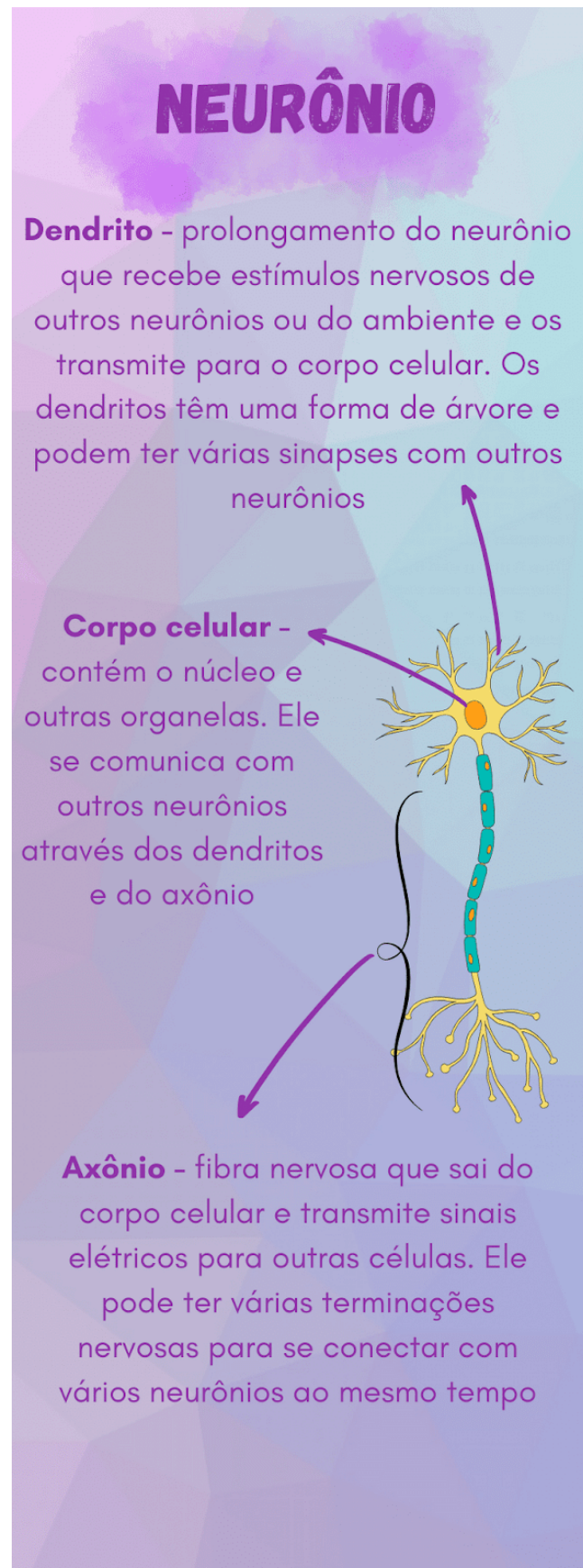
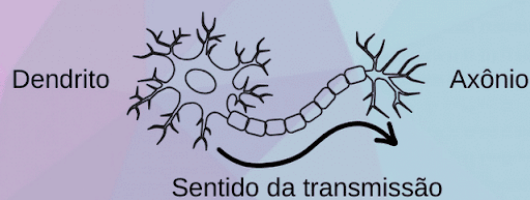


Figura 9: Infográfico sobre o neurônio.

Fonte: autoria própria.

TRANSMISSÃO DO IMPULSO NERVOSO

A transmissão de informação é feita por meio de impulsos nervosos que sempre ocorrem em um único sentido: dos dendritos para o corpo celular e para o axônio.



O impulso nervoso é transmitido entre os neurônios através das sinapses. Região entre neurônios onde agem os neurotransmissores, mediadores químicos, transmitindo o impulso nervoso de um neurônio a outro

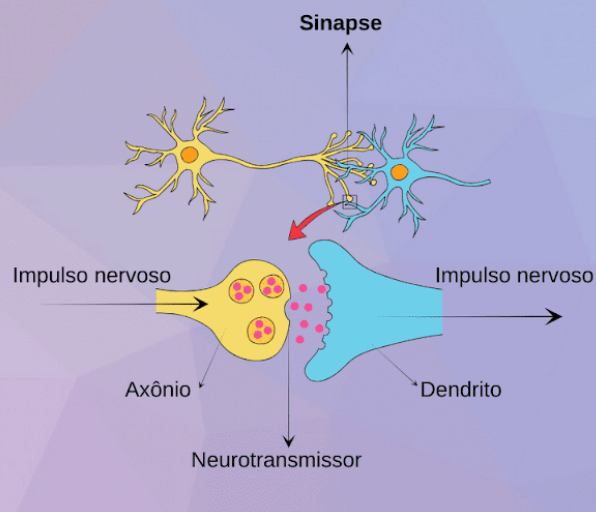


Figura 10: Infográfico sobre a transmissão do impulso nervoso.

Fonte: autoria própria.

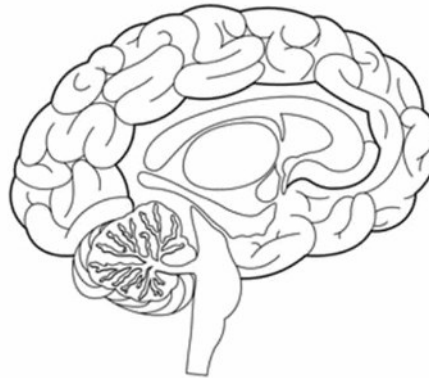


Figura 11: Sistema nervoso central para colorir

Fonte: <https://colorindo.org/desenhos-cerebro/> (acesso em 12/06/2024)

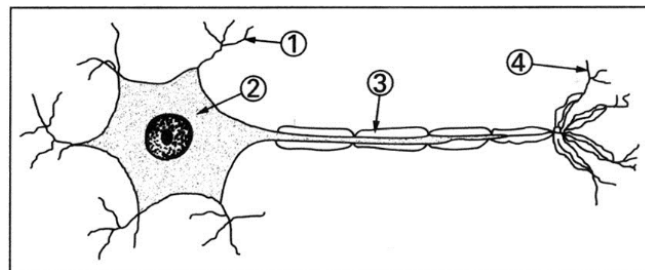


Figura 12: Neurônio para identificação de estruturas

Fonte: <https://djalmasantos.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/11/136.jpg> (acesso em 12/06/2024)

5.4. Desenvolvendo o projeto com robótica educacional

Apresentamos o projeto aos alunos, orientando a eles que deveriam planejar, construir e apresentar um robô, construído com material reciclável que representasse um modelo de recepção de estímulo sensorial por um órgão do corpo humano e a resposta a esse estímulo desenvolvida pelo sistema nervoso, conforme apresentado nas aulas anteriores.

O projeto teria culminância na apresentação destes robôs na Feira do Conhecimento da escola. Esta feira é um evento anual, constante no calendário escolar e no Projeto Político Pedagógico do Colégio, no qual os alunos desenvolvem projetos de pesquisa e desenvolvem formas criativas e interativas de apresentação de seus trabalhos para os outros alunos.

Nesta primeira aula de projeto ainda apresentamos aos alunos a placa Arduino, os sensores e efetores que seriam utilizados no projeto. Salientamos que nenhum dos alunos da referida turma havia tido contato com a plataforma Arduino, e

somente um dos alunos participantes já havia feito atividades de robótica numa escola anterior.

O equipamento foi apresentado por meio de imagens em cartões confeccionados no CANVA (<https://www.canva.com/>) (Figuras 13, 14, 15, 16, 17), utilizando-se a televisão da sala de aula para isso. Além disso, foi utilizado o material físico (Figura. 18) para sua apresentação e explicação de sua função e funcionamento. Foi discutido com os alunos que sistema sensorial e que resposta do corpo poderia ser representado com cada um dos materiais.



Figura 13: Cartões apresentando o Arduino e seus componentes.

Fonte: autoria própria



Figura 14: Cartões apresentando o Arduino e seus componentes.

Fonte: autoria própria



Figura 15: Cartões apresentando o Arduino e seus componentes.

Fonte: autoria própria



Figura 16: Cartões apresentando o Arduino e seus componentes.

Fonte: autoria própria



Figura 17: Cartões apresentando o Arduino e seus componentes.

Fonte: autoria própria

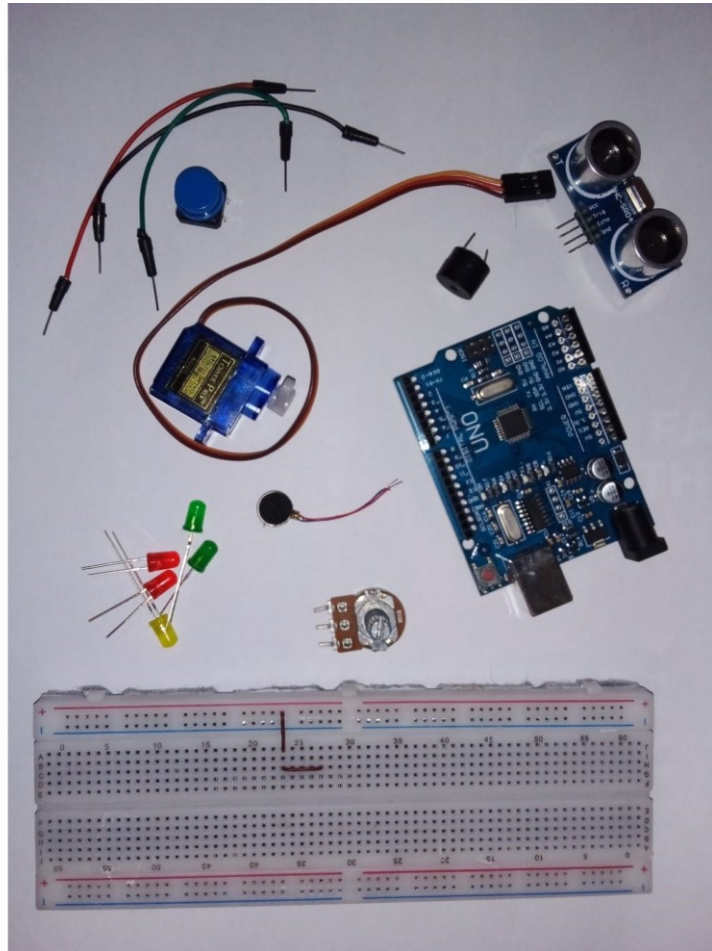


Figura 18: Material físico apresentado aos alunos.

Fonte: autoria própria.

Foi solicitado aos alunos que se dividissem em grupos de quatro alunos, totalizando seis grupos. A turma era formada por vinte e quatro alunos, doze meninos e doze meninas. Na divisão dos grupos tivemos três grupos masculinos e três grupos femininos.

Ao final da aula os alunos precisaram projetar o robô que iriam construir e definir quais sensores e efetores utilizariam em seus projetos, para isso deveriam desenhar em uma folha de papel a ideia inicial do robô, definir qual sensação e reação iriam representar e quais sensores e efetores utilizariam para isso.

Nas três aulas seguintes os alunos iniciaram a construção dos robôs com o aproveitamento de materiais que iriam para o descarte. Os alunos trouxeram materiais reaproveitáveis de casa, ou buscaram na área de destino de materiais recicláveis da escola, de onde veio grande parte do material, como isopor, papelão, garrafas pet. E, também, utilizaram, tinta, papel colorido, tesoura, cola, cola quente.

Os alunos tiveram autonomia para realizar a montagem de seus robôs de acordo com seus planejamentos e ideias. Sem que houvesse interferência da professora em suas decisões, inclusive na escolha dos materiais a serem utilizados e na melhor forma de juntá-los a fim de construir seus robôs (Figura 19).

Além disso, os alunos tiveram a oportunidade de brincar e explorar variadas montagens de sensores e efetores que lhes foram apresentadas para que pudessem desenvolver seus projetos (Figura 20).



Figura 19: Alunos construindo livremente seus robôs.

Fonte: Autoria própria.

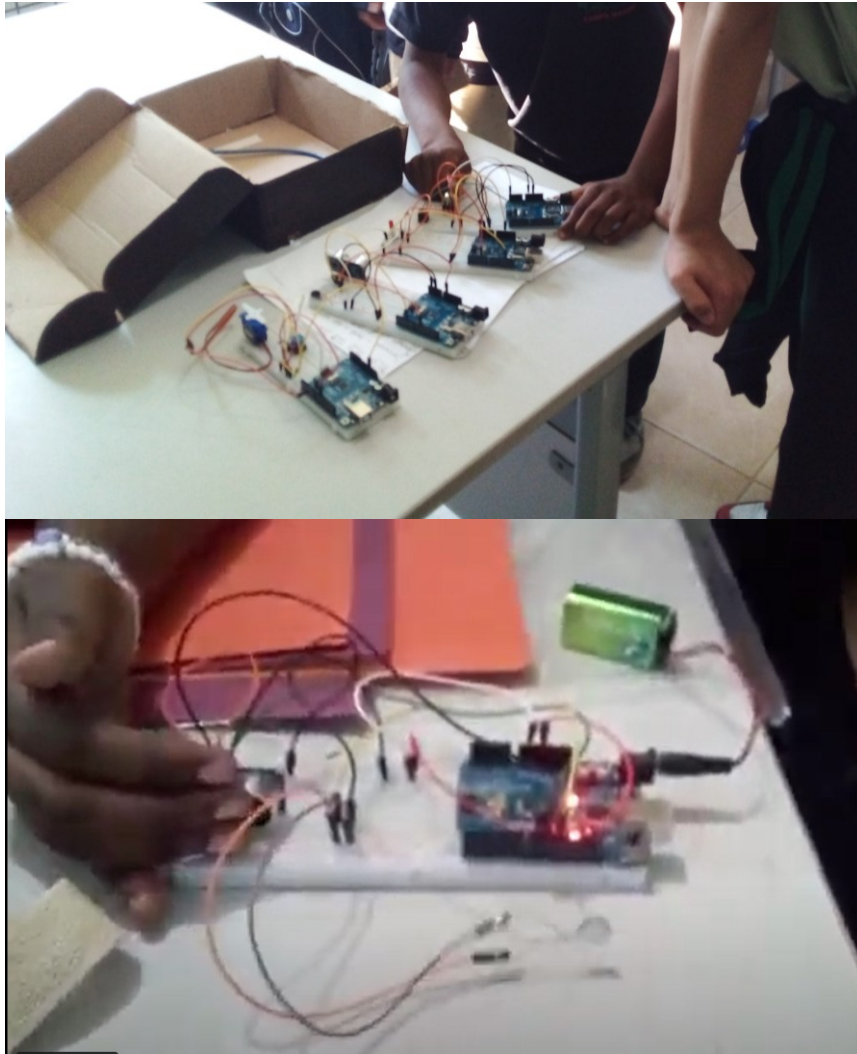


Figura 20: Alunos explorando o Arduino e suas variadas montagens.

Fonte: autoria própria

Na quinta aula foi realizada uma revisão com os alunos sobre o funcionamento do Arduino e de seus sensores e efetores, bem como a interrelação destes equipamentos com o sistema nervoso e seu funcionamento. Os alunos demonstraram bom domínio do conteúdo e dessa relação existente entre o material robótico e o sistema nervoso humano.

Na sexta aula foi feita a colocação da parte robótica nos robôs de material reciclável construído pelos alunos. As montagens dos componentes robóticos nos robôs foram feitas com o auxílio da professora, devido ao curto tempo para a realização da atividade e a dificuldade dos alunos em manusear peças pequenas. A programação dos componentes também foi realizada pela professora, pelo mesmo motivo. Salientamos que o objetivo deste projeto não é a aprendizagem da robótica

em si, mas seu uso para a aprendizagem do funcionamento do sistema nervoso humano.

Primeiramente foi colocado sensor, efetor e Arduino no robô que já estava pronto. Os alunos ficaram encantados com o funcionamento do robô que foi montado com sensor de distância e servo motor, simulando o movimento de um braço quando alguém se aproxima. Após a montagem do primeiro robô, todas as outras equipes se apressaram em terminar de produzir seus robôs e colocamos a parte robótica em mais um robô, feito com sensor de presença e motor de vibração.

Das seis equipes que estavam desenvolvendo os robôs, duas finalizaram a montagem dos robôs, três equipes estavam com os robôs no ponto de colocar a parte robótica e a última levou o robô para terminar em casa.

Os grupos que já haviam terminado começaram a produzir os materiais gráficos para a montagem da sala durante a feira do conhecimento.

Na sétima aula finalizamos as montagens dos robôs, testamos seu funcionamento e gravamos os vídeos que seriam utilizados durante a Feira do Conhecimento para apresentar os projetos realizados.

Além disso, os alunos prepararam material explicativo em cartazes e material de decoração para a sala de aula, a ser utilizado na Feira do Conhecimento da escola.

Os vídeos da Feira do Conhecimento foram divulgados pela escola através de sua página no INSTAGRAM (<https://www.instagram.com/cecampomagro/>).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O início do projeto se deu com o planejamento dos robôs a serem realizados pelos alunos. Cada uma das 6 equipes realizou o desenho do que pretendiam construir, a escolha de quais sensores e efetores utilizariam e que tipo de ação/reação seus robôs realizariam.

Durante a implementação do projeto vários alunos se mostraram motivados, planejaram o que fariam e executaram. Outros alunos refizeram o projeto várias vezes; recomeçaram os robôs de várias formas diferentes, utilizando materiais diversos e experimentando, sem um planejamento aparente, até que concretizaram suas construções. Alguns alunos se empenharam e se sentiram felizes com a atividade, enquanto outros a acharam cansativa e não se sentiram felizes durante a execução da tarefa.

Os alunos utilizaram grande tempo da aula para testar construções, materiais, o funcionamento dos sensores e efetores do Arduino, construir relações de negociação, saber esperar, compartilhar com os colegas ao redor, gerenciar frustrações, recomeçar até que seus projetos finais estivessem prontos.

Percebemos desta forma que, além do conhecimento estruturado sobre o funcionamento do sistema nervoso humano, os alunos também desenvolveram habilidades socioemocionais, como autoconfiança, criatividade e exercício de relações interpessoais e intrapessoais. Essas observações estão em acordo com relatos apresentados em estudos anteriores de robótica educacional (Souza et al., 2019; Resnick, Ocko e Papert, 1988).

Ao longo do projeto, vários outros agentes da escola foram envolvidos: os funcionários administrativos e de apoio que se envolveram na disponibilização de materiais recicláveis e de papelaria para que os projetos acontecessem; outros professores cederam parte de suas aulas para que os alunos pudessem desenvolver suas atividades, além de participarem na realização dos registros fotográficos e de vídeo. Merece nota que o professor de ensino religioso se envolveu no trabalho a ponto de colaborar com a orientação dos alunos em seus projetos, discutindo de que forma poderiam melhorar a construção e refletindo sobre o que realmente pretendiam com aquelas construções.

Retomando Santos et al. (2020), que diz que a tecnologia permite que a sala de aula ultrapasse seu espaço físico, percebemos que, além do conhecimento

acadêmico proporcionado, conseguimos realizar interdisciplinaridade e construção de novos conhecimentos e relações. Este processo ainda se relaciona com o relatado por Maltempi (2008), com a criação de interações entre os estudantes e funcionários e professores, interações essas que não costumam ocorrer em práticas educacionais que são mais comuns na escola.

Finalizamos com a construção de 6 robôs no dia anterior da realização da Feira do conhecimento. Com a possibilidade de que os alunos pudessem brincar e interagir com todos os robôs construídos, bem como compartilhar com seus colegas suas ideias e o funcionamento de seus robôs.

Durante a preparação para a feira do conhecimento, os alunos gravaram vídeos explicativos de seus projetos, que seriam utilizados durante a feira. No entanto, o formato da feira foi mudado sendo os projetos apresentados pessoalmente para os outros alunos durante a feira.

Os vídeos produzidos pelos alunos foram então divulgados no Instagram do colégio e a seguir transcrevo¹ integralmente cada um deles, destacando pontos que demonstram o aprendizado adquirido pelos alunos durante este processo.

Agora apresentaremos os projetos e a análise dos trabalhos realizados por cada equipe no decorrer do projeto.

Equipe 1:

Esta equipe foi composta totalmente por meninos, um dos quais com processo de alfabetização inadequado e dois deles de comportamento tímido. Muitas das vezes esses alunos não participavam das aulas nem faziam questionamentos e por esse motivo frequentemente apresentavam dificuldades no entendimento dos conteúdos.

Apesar de montarem, desmontarem e remontarem seu robô várias vezes durante o processo, os estudantes mantiveram sua ideia inicial (Figura 21) e conseguiram concluí-la a tempo, de forma colaborativa e com a participação de todos os integrantes da equipe. Um dos alunos com comportamento mais tímido se disponibilizou espontaneamente para gravar o vídeo da equipe apresentando seu robô.

¹ Optamos por manter o português em sua forma falada pelos alunos, apesar de não se adequar a forma culta da língua. Ressaltamos que no decorrer das aulas a professora opta por corrigir a fala e uso do português na linguagem dos alunos, da forma mais adequada para o momento, no entanto, como os alunos realizaram as gravações individualmente, sem a presença da professora, optamos por manter as falas originais.

Eles desenvolveram o “Robô Envergonhado” (Figura 22). Para essa construção os alunos utilizaram o sensor de distância, para perceber a presença de alguém, e o led vermelho, que acendia em suas bochechas para demonstrar vergonha.

A seguir transcrevemos a fala feita pelo aluno na apresentação do robô, no vídeo divulgado pela escola no Instagram:

- Eu, eu vou apresentar um robô. Ele é muito vergonhoso, ele não é, ele é demais, quando a gente chegar perto dele ele começa a..., começar a ficar vermelha as bochechas dele. É isso, tamo junto e fui.

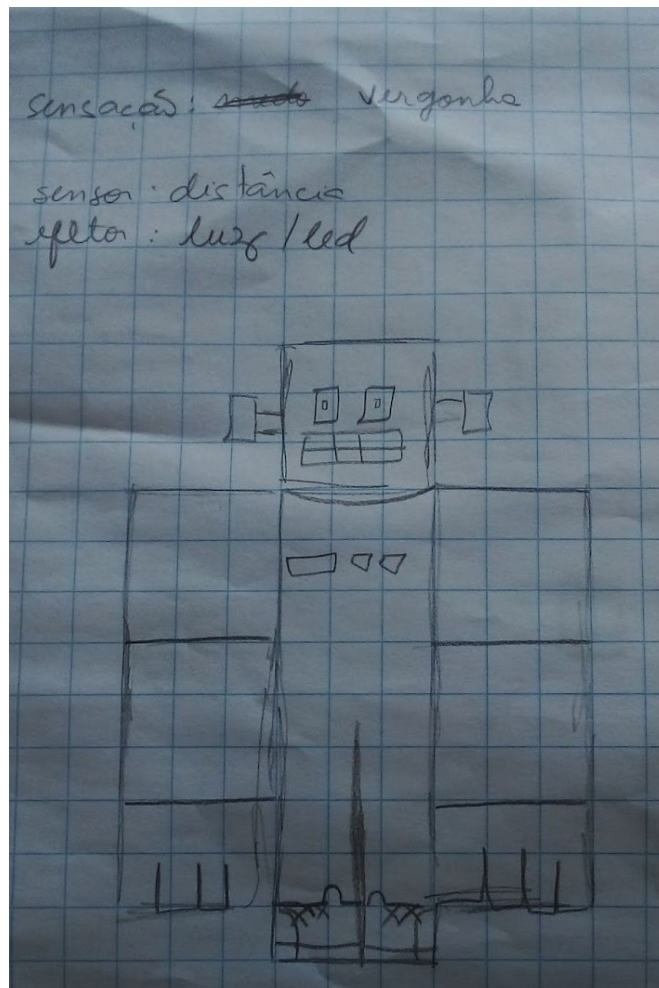


Figura 21: Projeto do robô desenvolvido pela Equipe 1

Fonte: autoria própria



Figura 22: Robô apresentado pela Equipe 1

Fonte: autoria própria

Equipe 2:

Também composta somente por meninos, um dos quais haitiano, com dificuldades no português, mas bem empenhado em seu aprendizado. Foi a última equipe a concluir seu trabalho, pois iniciaram o projeto várias vezes e o modificaram várias vezes até chegarem ao projeto final (Figura 23). Não mudaram o sensor e efetor a ser utilizado, nem o que representariam, mas mudaram a forma do robô várias vezes até o último dia, buscando sempre a perfeição.

Essa equipe fez questão de deixar uma portinha, que se abria, no robô para mostrar aos colegas na Feira do Conhecimento como o robô funcionava, qual mecanismo fazia com que aquele robô fizesse o que planejaram.

Enquanto três dos alunos declararam querer continuar desenvolvendo projetos de robótica, um deles disse que “não queria nunca mais, porque dava muito trabalho”.

Eles construíram um robô que representa a sensação de dor (Figura 24). Para sua construção os alunos utilizaram um potenciômetro para simular um beliscão e um “buzzer” para simular um grito.

Segue transcrição de seu vídeo de apresentação:

- Olá pessoal eu sou o (...), esse aqui é o nosso robô zumbi, do meu grupo da Feira do Conhecimento, ele tem um sensor, quando vocês gira acompanha com uma buzina que dá esse barulho, ele dá um grito e é isso pessoal. Agradeço e ...

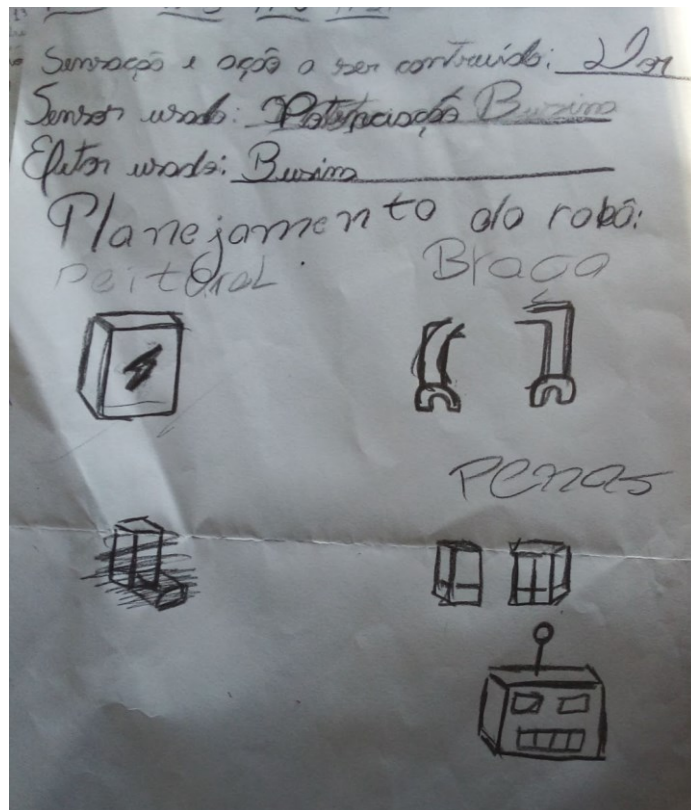


Figura 23: Projeto do robô a ser desenvolvido pela Equipe 2

Fonte: autoria própria

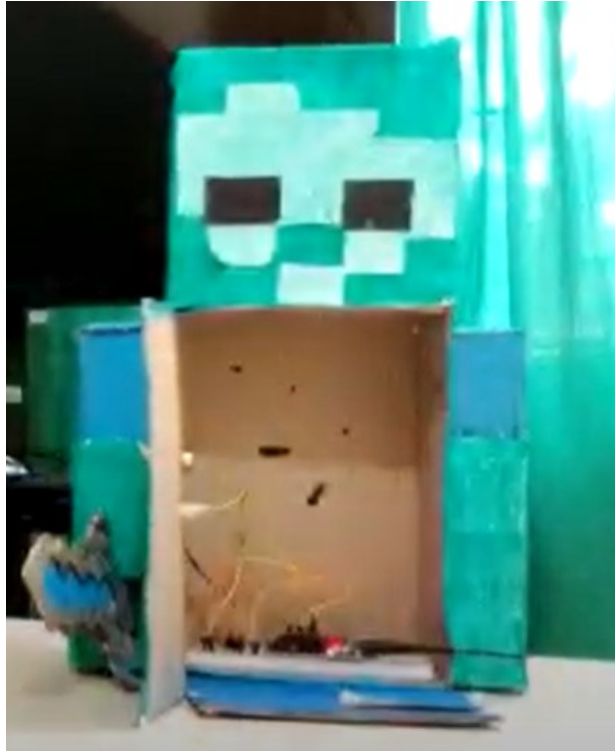


Figura 24: Robô apresentado pela Equipe 2

Fonte: autoria própria

Equipe 3:

Formada apenas por meninas, uma delas chegou à escola no primeiro dia do projeto. Desde o início se propuseram a desenvolver um fogão, com alguém queimando a mão. Foi o projeto mais complexo realizado, pois além do sensor, um botão, possuía dois efetores, um led representando o fogo, e um servomotor para que o personagem pudesse recolher a mão após ser queimado (Figura 25).

Foi sem dúvida a equipe mais entusiasmada em todos os processos desse projeto, dividiram o trabalho igualmente e trabalharam cooperativamente para a sua conclusão.

Este robô representava a reação a uma queimadura. Os alunos utilizaram o “push-button” e o led vermelho para simular o acender do fogo no fogão e o servomotor para fazer o movimento do braço (Figura 26).

Segue transcrição do vídeo gravado pela equipe. Nesta equipe, duas alunas apresentaram o vídeo conjuntamente:

Estudantes 1 e 2: *Oi gente.*

Estudante 1: *O meu nome é (...)*

Estudante 2: *E o meu nome é (...). E hoje a gente vai apresentar nosso robô.*

Estudante 1: *Ele tem a sensação de queimar a mão, tipo de ponhar a mão no fogão e tirar bem rápido.*

Estudante 2: *Deixa eu mostrar mais aqui o nosso fogão, que ele vai tipo queimar a mão. Ó, daí a gente aperta aqui o botão, ó, ele tem um reflexo bem, bem rápido que daí ele vai lá e tira, tipo como ele vai tirar um ingrediente.*

Estudante 1: *Tipo, como tipo assim, por exemplo, a (...) tivesse cozinhando e ponhasse a mão no fogo, ela iria tirar rápido, então é um reflexo rápido.*

Estudante 2: *Ó, daí a gente aperta o botão aqui, que tá no fogão, ele vai mexer o braço porque, tipo, ele colocou a mão sem querer, opa, ele colocou a mão sem querer ali ele pode pegar um ingrediente. E aí tipo a mão vou pegar o ingrediente e queimou o braço a mão alguma coisa assim e tirou bem rapidão o braço. Tchau.*

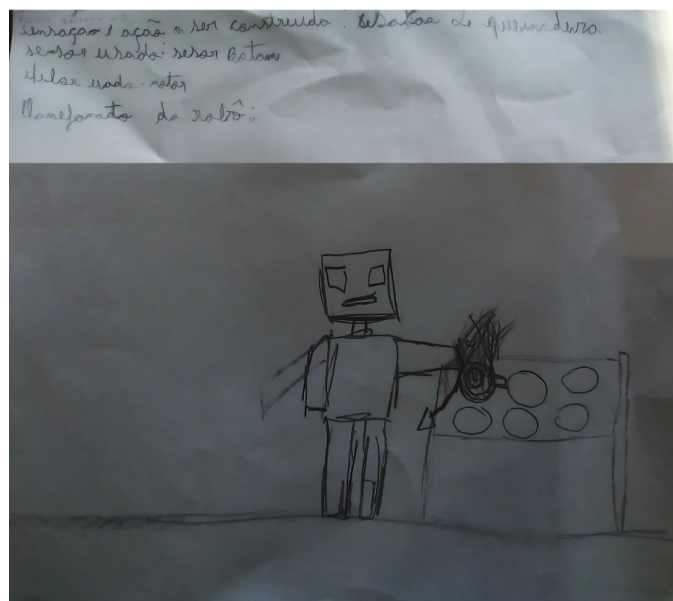


Figura 25: Projeto do robô a ser desenvolvido pela Equipe 3

Fonte: autoria própria

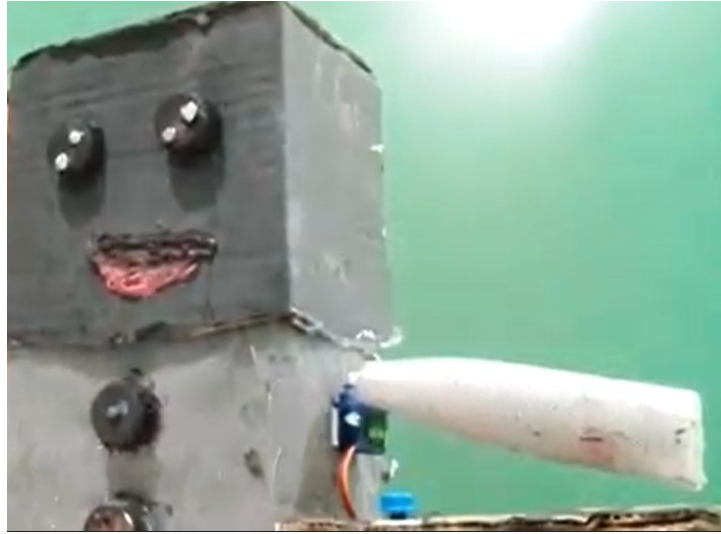


Figura 26: Robô apresentado pela Equipe 3

Fonte: autoria própria

Equipe 4:

Esta equipe era composta somente por meninas, duas das quais haitianas. Durante todo o processo trabalharam colaborativamente, uma auxiliando a outra e foram a segunda equipe a finalizar seu projeto. Seguiram o projeto do início ao fim, inclusive mimetizando o sensor de presença em uma gravatinha para o robô, para que o sensor não ficasse tão visível (Figuras 27 e 28).

Este robô foi construído para representar a sensação de medo, foi utilizado um sensor de distância para perceber a aproximação de alguém e um motor de vibração para simular que o robô estava tremendo.

Em seu vídeo de apresentação, a aluna que apresenta o trabalho cita especificamente o sensor, demonstrando como o processo trouxe o aprendizado.

Segue transcrição do vídeo:

- Olá pessoal meu nome é (...), e hoje eu estou aqui em nome do meu grupo apresentando um robô e como ele tem um sensor dele, quando a gente chegar perto dele ele treme, como vocês podem ver agora. É isso pessoal. Muito obrigado pela presença de todos que estão vendo esse vídeo e tchau.

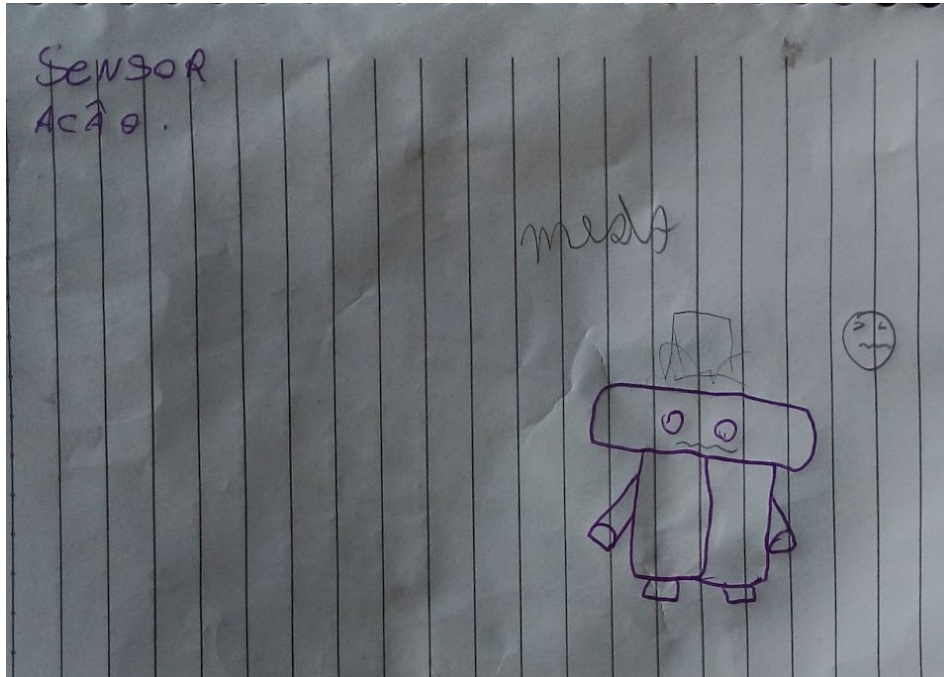


Figura 27: Projeto do robô a ser desenvolvido pela Equipe 4

Fonte: autoria própria



Figura 28: Robô apresentado pela Equipe 4

Fonte: autoria própria

Equipe 5:

Essa equipe composta somente por meninos, agrupou os alunos mais agitados da turma, incluindo um aluno repetente. Incrivelmente, foi a equipe que mais se dedicou a realização do projeto (Figura 29), seguindo do início ao fim com seu plano inicial e sendo a primeira equipe a finalizar seu robô (Figura 30).

Apesar de uma construção simples, eles se preocuparam a todo momento em como adequar o mecanismo do Arduino a estrutura que estavam construindo.

Como foram os primeiros a finalizarem, tivemos mais tempo para brincarmos com este robô em sala. Inclusive, o primeiro vídeo do robô funcionando foi utilizado pela escola na divulgação da Feira do Conhecimento.

Este robô representava a reação de tapa, quando alguém chega perto no susto. Para a construção deste robô foi utilizado um sensor de distância para averiguar a aproximação de alguém e um servomotor para simular um tapa.

Segue transcrição do vídeo de apresentação:

- *O Carlinhos dá um tapa quando está com medo que alguém chegue perto.*

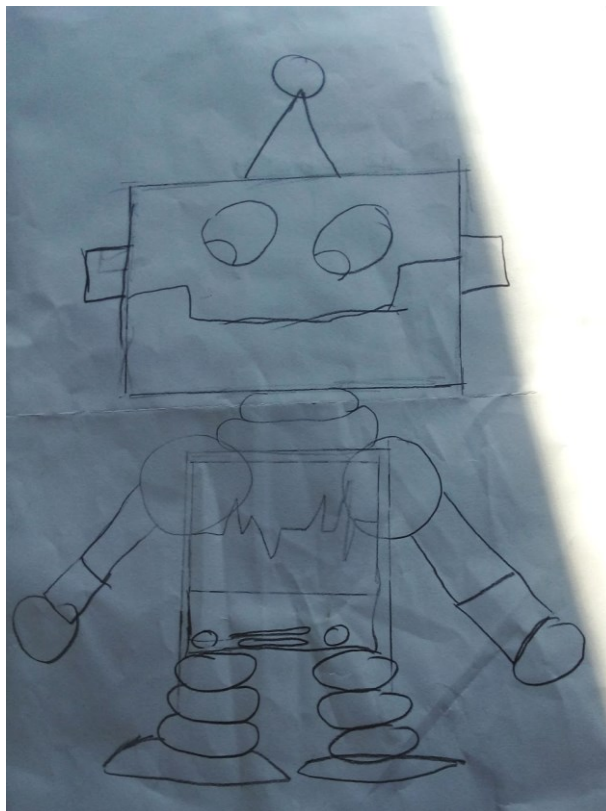


Figura 29: Projeto do robô a ser desenvolvido pela Equipe 5

Fonte: autoria própria



Figura 30: Robô apresentado pela Equipe 5

Fonte: autoria própria

Equipe 6:

Equipe formada por meninas. Esta equipe se desentendeu várias vezes durante o processo de realização do projeto, pois não conseguiam chegar a um acordo de qual material utilizar, de como executar a montagem. Montaram e remontaram várias vezes o robô, com as mesmas peças, pois não conseguiam juntá-las de forma adequada. Por fim, finalizaram o projeto (Figuras 31 e 32), mas não estavam satisfeitas com ele, apesar de o robô funcionar da forma como planejaram.

Este robô também representava a sensação de dor. Para sua construção os alunos utilizaram um potenciômetro para simular um beliscão e um “buzzer” para simular um grito.

Transcrição do vídeo:

- *Oi pessoal. Eu sou a (...), eu vou mostrar nosso robô que ele grita de dor e belisca.*

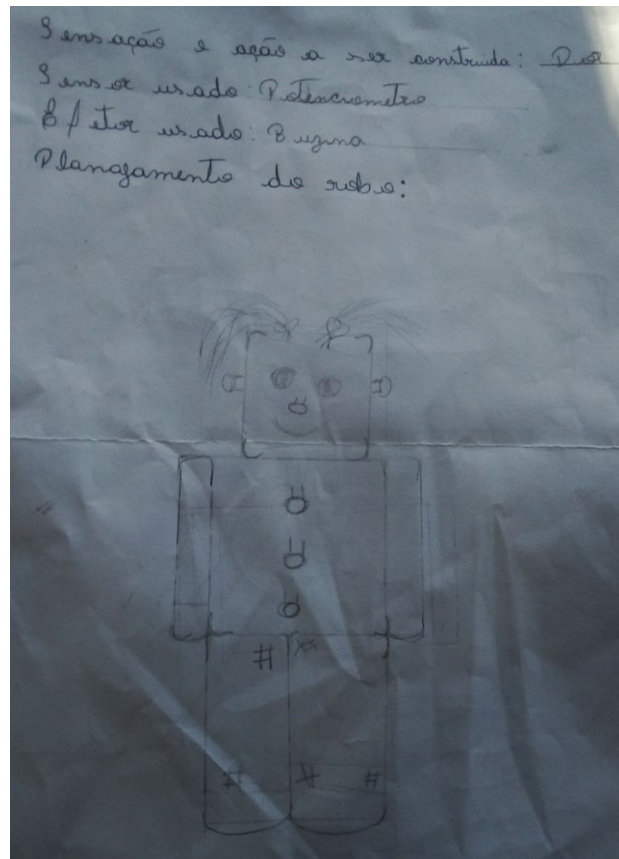


Figura 31: Projeto do robô a ser desenvolvido pela Equipe 6

Fonte: autoria própria



Figura 32: Robô apresentado pela Equipe 6

Fonte: autoria própria

6.1. Culminância - Feira do Conhecimento

A culminância do projeto se deu na apresentação dos robôs na Feira do Conhecimento do colégio, realizada no dia 03 de outubro de 2023.

Os alunos dispuseram seus robôs em mesas na sala de aula para que pudessem apresentá-los para os alunos de outras turmas. Além disso, realizaram a decoração da sala de aula com motivos relacionados ao sistema nervoso humano (Figura 33).

A sala de apresentação permaneceu cheia durante todo o período. Vários alunos voltavam outras vezes para observar o funcionamento dos robôs, bem como para trazerem consigo colegas que ainda não haviam visto os robôs (Figuras 34).

Os estudantes do sexto ano, apresentaram de forma muito espontânea todos os seus robôs e permitiram aos outros alunos que interagissem com os robôs que haviam construído.

Durante toda a apresentação a Equipe 2 fez questão de abrir a portinha de seu robô para mostrar aos visitantes como era o funcionamento do robô e como isso estava relacionado ao nosso sistema nervoso (Figura 35).

É importante registrar que recebemos retorno de estudantes de outras turmas que solicitaram que pudessem fazer parte do projeto também, num indicativo de que esse tipo de atividade, em que a robótica educacional é empregada com intencionalidade pedagógica, desperta a atenção e serve de motivação para estudantes.

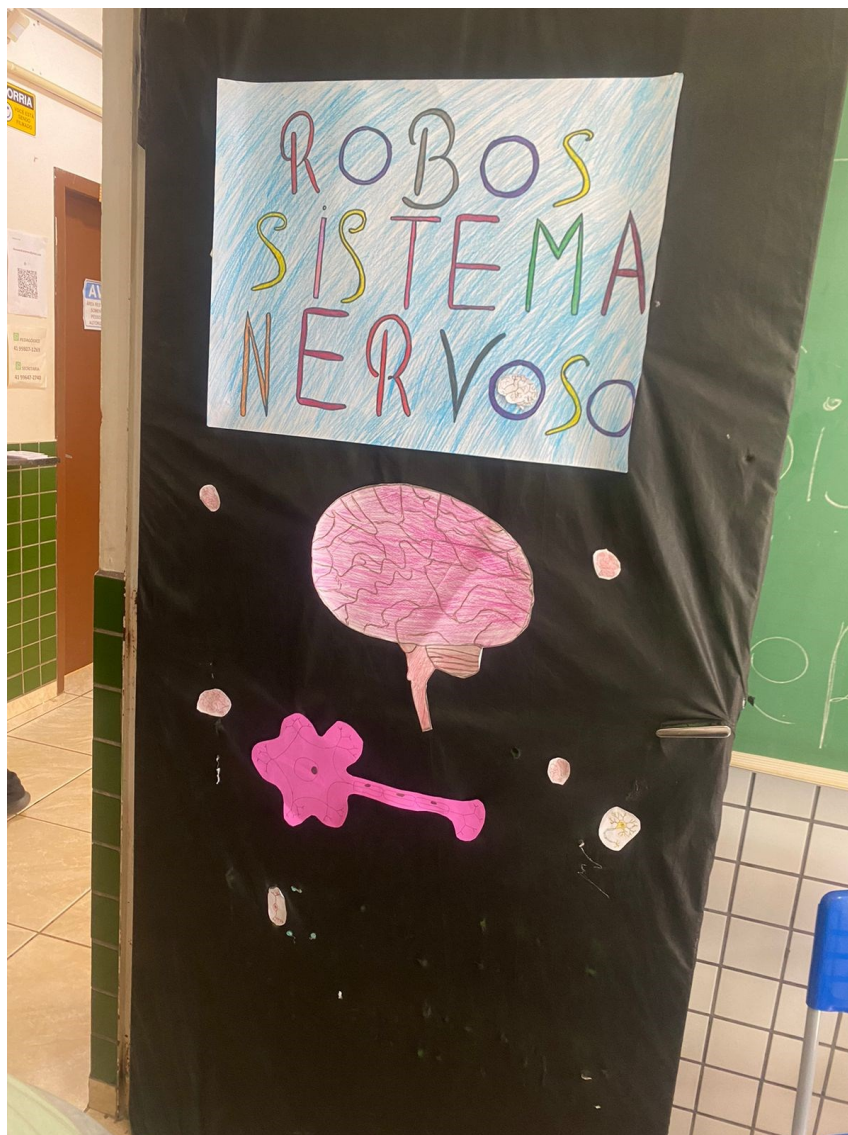


Figura 33: Decoração da porta da sala desenvolvida pelos alunos.

Fonte: Instagram do colégio (https://www.instagram.com/p/CyTE9QzOKoS/?img_index=1)

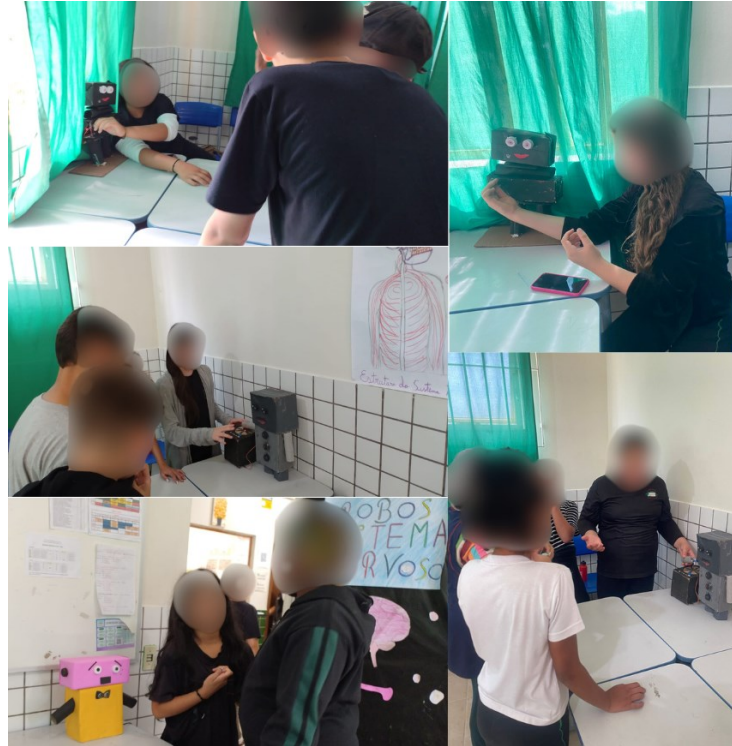


Figura 34: Alunos apresentando seus projetos durante a Feira do Conhecimento.

Fonte: Instagram do colégio (https://www.instagram.com/p/CyTE9QzOKoS/?img_index=1)



Figura 35: Alunos da equipe 2 demonstrando o funcionamento do Arduino.

Fonte: Instagram do colégio. (https://www.instagram.com/p/CyTE9QzOKoS/?img_index=1)

6.2. Análise dos questionários prévio e posterior

Durante a realização desta pesquisa, realizamos questionários prévio e posterior com os alunos, como forma de encaminhar o processo de ensino e aprendizagem, mas também de forma a comparar o conhecimento prévio dos alunos e seu conhecimento posterior. Estes questionários são apresentados nos Apêndices 1 e 2 desta dissertação.

Como forma de delimitar nosso estudo elencamos algumas questões para proceder a análise.

Na questão 1 de ambos os questionários, realizamos uma pergunta fechada aos alunos, onde perguntávamos qual sistema comanda as ações em nosso corpo. No questionário prévio, dos 18 alunos que o responderam, 12 disseram que era o sistema locomotor, enquanto 6 afirmaram ser o sistema nervoso. Já no questionário a posteriori, vemos uma nítida inversão nestes números: dos 20 alunos que responderam a este questionário 7 deles disseram que quem comanda as ações em nosso corpo era o sistema locomotor e 13 afirmaram ser o sistema nervoso. Apesar de não atingirmos a totalidade de respostas corretas de nossos alunos, percebemos um aumento de 33,3% de respostas corretas no primeiro questionário, para 65% de respostas corretas no segundo questionário, o que é um indício objetivo de que houve aprendizado durante o período de realização do projeto.

Ao analisarmos a questão número 3, na qual perguntamos aos estudantes “qual é a função do sistema nervoso humano?”, observamos que, no questionário prévio, os alunos produziram respostas menos complexas e menos assertivas, como, por exemplo: “para ficar nervoso”, “mostrar reações”, “cuidar do nosso corpo”, “para controlar a raiva”. Em contraste, no questionário posterior, os alunos foram mais assertivos e deram respostas mais complexas como: “levar informações para o cérebro”, “para comandar as ações do corpo”, “comandar ações tipo reflexo”, “para acionar o cérebro, como quando se queima”, “para comandar o corpo e levar para o cérebro”. Percebemos, assim, que os alunos puderam se apropriar do conhecimento produzindo respostas que englobam o que aprenderam durante as aulas.

Na questão 9 do formulário realizado após o término do projeto, perguntamos aos alunos se a aprendizagem com o uso da robótica educacional ajudou a eles a aprenderem melhor sobre o sistema nervoso humano. Dos 20 alunos que responderam, 18 afirmaram que o projeto os ajudou a aprender melhor, um que não auxiliou e outro que ajudou mais ou menos. Portanto, 90% de nossos alunos consideraram o projeto como benéfico para sua aprendizagem.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os alunos tiveram a oportunidade de desenvolver os seus projetos com os materiais que lhes conviessem. Para tanto, utilizaram de uma gama de materiais recicláveis, como papelão, tampinhas, caixas de leite, e materiais de papelaria, como tintas, EVA, papel colorido, cola. Segundo RESNICK (2019), “quanto maior a diversidade de materiais, maior o número de oportunidades de projetos criativos”. O que fica bem claro pela diversidade de projetos apresentados pelos alunos.

Durante a implementação do projeto, vários alunos se mostraram motivados, planejaram o que iriam fazer e executaram de forma coerente. Outros alunos refizeram o projeto várias vezes, começaram os robôs de várias formas diferentes, utilizando materiais diversos e experimentando, sem um planejamento aparente, até que concretizaram suas construções. Alguns alunos se empenharam e se sentiram felizes com a atividade, enquanto outros acharam cansativa e manifestaram não se sentir felizes durante a execução da tarefa. Observamos, desta forma, que “crianças têm interesses e paixões diferentes, portanto vão querer trabalhar em projetos diferentes” (RESNICK, 2019). E nós, enquanto professores, precisamos identificar esses diferentes interesses e direcionar o aprendizado para formas nas quais esses diferentes interesses e paixões possam desabrochar.

Os resultados foram compartilhados pelos alunos na Feira do Conhecimento da Escola. Neste momento, puderam explicar para outros estudantes o que haviam construído, como cada um dos robôs funcionava. Os estudantes das outras turmas se mostraram interessados nos projetos, tendo alguns deles retornado várias vezes à sala de exposição para reverem os robôs, bem como para trazerem outros colegas que ainda não haviam estado presentes.

Um dos grupos fez questão de construir uma “porta” dando acesso ao interior do robô, para que pudessem mostrar o mecanismo que fazia com que os robôs funcionassem.

A partir dos resultados apresentados, avaliamos que a utilização de um projeto no qual os alunos possam construir, literalmente, seu conhecimento, como esse projeto, utilizando a robótica educacional para o ensino do sistema nervoso para concretizar um conteúdo de tão difícil entendimento, pode auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem.

Esta pesquisa nos mostra várias possibilidades de uso da robótica educacional como ferramenta e metodologia de ensino para outros conteúdos e nos demonstra que mais trabalhos como este, na área de ciências biológicas, são necessários para que possamos expandir o conhecimento e a possibilidade do uso da metodologia de forma a agregar conhecimentos aos conteúdos escolares. Esta afirmação é particularmente relevante no contexto em que, a partir de nossa revisão de literatura, ficou demonstrado que a grande maioria das iniciativas acontece na área das ciências físicas.

Assim, apresentamos um produto educacional que oriente a implementação de um projeto como o aqui descrito, com orientação sobre o ensino do sistema nervoso com o uso de material já produzindo neste projeto. O produto educacional busca incluir a apresentação de um material gráfico que apresente os sensores e efetores utilizados no projeto, bem como a forma como podem ser utilizados e programados, além da sugestão de algumas montagens que podem ser realizadas com os estudantes em sala de aula, para auxiliar no ensino do funcionamento do sistema nervoso e sua relação com o sistema sensorial. Trata-se, portanto, de um produto educacional que tem função dupla: 1- instruir quanto à confecção de um sistema baseado na plataforma Arduino, no contexto da robótica educacional, incluindo seleção de componentes, montagem e programação; 2- apresentar uma metodologia e um recurso para inserção da robótica educacional no ensino de biologia, particularmente, conteúdos referentes ao sistema nervoso central.

Em complemento, é importante destacar que o produto foi efetivamente utilizado, desenvolvido e testado em sala de aula, com a participação ativa dos alunos, resultando em relatos objetivos e em evidências que dialogam com os referenciais utilizados para dar embasamento ao projeto (Paulo Freire, Seymour Papert e Michel Resnick).

Assim, conclui-se que houve uma validação do produto educacional proposto, elemento importante nos processos de elaboração e desenvolvimento de pesquisa em programas de pós-graduação na modalidade profissional, atendendo aos objetivos propostos neste projeto.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. *Arduino - Home Page*. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 26 maio 2024.

BEZERRA JR., Arandi Ginane; MERKLE, Luiz Ernesto; SOUZA, Evandro Sirichuk de; SPOLAORE, Lucas Salomão; RICETTI, Rodrigo; GIMÉNEZ-LUGO, Gustavo Alberto; SAAVEDRA FILHO, Nestor Cortez. Tecnologias livres e ensino de física: uma experiência na UTFPR. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009, Vitória, ES. Anais [...]. Vitória: SBF, 2009. p. 1-11. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/>. Acesso em: 1 jun. 2024.

BORBA, M.C. Humans-with-media and continuing education for mathematics teachers in online environments. *ZDM Mathematics Education* 44, 801–814 (2012). <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0436-8>

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 10 set. 2023.

CHITOLINA, R. F.; SCHEID, N. M. J. A robótica educacional e as tecnologias da informação e comunicação na construção de conhecimentos substantivos em ciências naturais. *Ciência e Natura*, v. 27, n. 2, p. 283-289, 2015.

DOURADO, S. S.; BULHÕES, F. K. M. Produção de animais robóticos como prática pedagógica interdisciplinar. *Arquivos do Mudi*, v. 25, n. 1, p. 1-11, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/issue/view/1900>. Acesso em: 16 jul. 2021.

FARIA, Moacir Serralvo; GASPAROTTO, Odival Cezar; LEITE, Laura Difini; PINTO, Cristina Maria Henrique. *Fisiologia Humana*. Universidade Federal de Santa Catarina - Biologia - Licenciatura à Distância. Disponível em: <https://uab.ufsc.br/biologia/files/2020/08/Fisiologia-Humana.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2023.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa*. 37. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

FREIRE, Paulo; FAUNDEZ, Antônio. *Por uma Pedagogia da Pergunta*. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Tratado de Fisiologia Médica*. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

LÉVY, Pierre. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Tradução de Carlos Irineu da Costa. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira; BATISTA, Michel Corci (Org.). *Metodologia de Pesquisa em Educação e Ensino de Ciências*. Maringá, PR: Gráfica e Editora Massoni, 2021.

MACHADO, A.; CÂMARA, J.; WILLIAMS, V. Robótica Educacional: Desenvolvendo Competências para o Século XXI. In: III Congresso sobre Tecnologias na Educação (CTRL+E 2018) - Cultura Maker na Escola, Fortaleza, Ceará, Brasil, junho de 2018. Disponível em: https://ceur-ws.org/Vol-2185/CtrlE_2018_paper_50.pdf. Acesso em: 16 jul. 2021.

MALTEMPI, Marcus Vinicius. Educação matemática e tecnologias digitais: reflexões sobre prática e formação docente. *Acta Scientiae*, v. 10, n. 1, p. 59-67, jan./jun. 2008.

MARIN, Luciene de Oliveira. *Arquitetura neural cognitiva para controle inteligente de robôs móveis em labirintos dinâmicos*. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MARTINS, Elisângela Karine. *Histórias em quadrinhos no ensino de ciências: uma experiência para o ensino do sistema nervoso*. 2012. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1256>. Acesso em: 25 ago. 2023.

MATOS, Santer Alvares de; FRANCO, Luiz Gustavo; CARNEIRO, Thalita de Oliveira; MELO, Nataly Araújo; SATLER, Carolina. Uma proposta de material para aulas investigativas sobre o sistema nervoso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 2021.

MORAN, J. M. O uso das Novas tecnologias da informação e da comunicação na EAD – Uma leitura crítica. Palestra proferida no “Programa TV Escola- Capacitação de gerentes”, 1999. Disponível em: https://www.clam.org.br/bibliotecadigital/detalhes.asp?cod_dados=133/. Acesso em: 25 set. 2021.

OLIVEIRA, D. G. *Robótica pedagógica para o ensino de ciências em Santo Antônio do Tauá-Pará*. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Docência em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Pará. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br:8080/jspui/handle/2011/12719>. Acesso em: 02 dez. 2022.

PAPERT, Seymour. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PARANÁ (a). Secretaria de Estado da Educação. *SEED Lab*. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1526>. Acesso em: 05 maio 2023.

PARANÁ (b). Secretaria de Estado da Educação. *Robótica - Escola Digital Paraná*. Disponível em: <https://aluno.escoladigital.pr.gov.br/robotica>. Acesso em: 05 maio 2023.

RESNICK, Mitchel. *Jardim de Infância para a Vida Toda: Por uma Aprendizagem Criativa, Mão na Massa e Relevante para Todos*. Tradução de Mariana Casetto Cruz, Lívia Rulli Sobral, Carolina Rodeghiero Burd. São Paulo: Editora do Brasil, 2019.

RESNICK, M.; OCKO, S.; PAPERT, S. Lego, Logo, And Design. *Children's Environments Quarterly*, v. 5, n. 4, p. 14-18, 1988. Disponível em: <http://dailypapert.com/wp-content/uploads/2021/03/LEGO-Logo.-and-Design-Resnick-Ocko-Papert.pdf>. Acesso em: 25 set. 2021.

SANTOS, A. G. DOS .; MAIA, A. M. O.; SOUTO, D. L. P.. Construto seres-humanos-com-mídias (SHCM) por pós-graduandos em Educação Matemática e Científica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 28, p. e22034, 2022.

SANTOS, L. N.; LEMOS, A. S. R.; SANTOS, T. F.; VIEIRA, T. V. R. G. As tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC). In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS V., 2020, São Carlos. *Anais do CIET*. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2020.

SANTOS, R. C.; SILVA, M. D. F. A robótica educacional: entendendo conceitos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Ponta Grossa, v.13, n. 3, p. 345-366, set./dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/10965> . Acesso em: 02/06/2024.

SILVA, C. V. da; MENEZES, J. P. C. de. Análise das representações visuais do sistema nervoso central em livros de ciências e biologia através da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia. *Revista De Ensino De Biologia Da SBEnBio*, v. 16, n. 1, p. 183-203, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.46667/renbio.v16i1.1103>.

SILVA, M. A. F.; OLIVEIRA, M. G. A Robótica Educacional na Perspectiva das Metodologias Ativas. In: XXV Workshop de Informática na Escola (WIE 2019). *Anais [...]*. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/13303>. Acesso em: 25 set. 2021.

SOUZA, A.; PINHEIRO, A.; MORAES, A.; SANTOS, D.; ZAGO, G.; MENDES, V. Metodologias de Ensino aplicadas à Robótica educacional. *Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*, p. 1889-1894, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/sbai-2019/papers/metodologias-de-ensino-aplicadas-a-robotica-educacional?lang=en>. Acesso em: 25 set. 2021.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini; NETO, Jorge Megid. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320170040013>. Acesso em: 1 jun. 2024.

Apêndice 1: Questionário de avaliação prévia dos alunos

Questionário de avaliação prévia dos alunos

1 – Você sabe qual sistema comanda nosso corpo?

() digestório

() cardíaco

() locomotor

() nervoso

2 - O que você sabe sobre o sistema nervoso humano?

3 - Qual é a função do sistema nervoso humano?

4 - Quais órgãos compõem o sistema nervoso humano?

5 – Como o nosso sistema nervoso recebe as informações do ambiente?

6 – Nosso corpo possui várias reações, algumas podemos controlar (voluntárias), outras não podemos controlar (involuntárias). Você pode citar pelo menos um exemplo para cada tipo de reação?

7 – O que mais sobre o sistema nervoso, você sabe que eu não tenha perguntado?

8 – Desenhe todas as partes do sistema nervoso que você conhece.

Apêndice 2: Questionário de avaliação posterior dos alunos

Questionário de avaliação posterior dos alunos

1 – Você sabe qual sistema comanda nosso corpo?

() digestório

() cardíaco

() locomotor

() nervoso

2 - O que você sabe sobre o sistema nervoso humano?

3 - Qual é a função do sistema nervoso humano?

4 - Quais órgãos compõem o sistema nervoso humano?

5 – Como o nosso sistema nervoso recebe as informações do ambiente?

6 – Nosso corpo possui várias reações, algumas podemos controlar (voluntárias), outras não podemos controlar (involuntárias). Você pode citar pelo menos um exemplo para cada tipo de reação?

7 – O que mais sobre o sistema nervoso, você sabe que eu não tenha perguntado?

8 – Desenhe todas as partes do sistema nervoso que você conhece.

9 – A aprendizagem com o uso da robótica educacional ajudou você a aprender melhor sobre o sistema nervoso humano?

10 – O que você acha que pode ser melhorado nesta atividade?

Apêndice 3: Resumo estendido apresentado no IV Congresso Nacional de Educação da UNEMASUL – MA



CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO HÍBRIDO PARA A APRENDIZAGEM DO SISTEMA NERVOSO HUMANO NO PERÍODO DE PANDEMIA

Juliana da Silva Ribeiro de Castro¹
 Anna Cláudia Amaral Juliace²
 Arandi Gimane Bezerra Jr.³

INTRODUÇÃO

Percebe-se, ao longo dos anos, a grande dificuldade que alunos e professores possuem no processo de ensino/aprendizagem quando se trata de conteúdos referentes ao Sistema nervoso humano. Em geral, o foco dos trabalhos, em sala de aula, fica restrito ao ensino teórico, devido à falta de estrutura e de material didático nas instituições de ensino.

Há evidências de que a desmotivação dos estudantes e a apresentação apenas teórica dos temas dificulta o aprendizado e a contextualização do conhecimento no dia a dia. Nem sempre o ensino realizado nas escolas permite que os alunos se apropriem dos conhecimentos de modo a compreendê-los e a questioná-los, extrapolando o que foi visto em sala de aula para estabelecer conexões com o cotidiano (Gurgel, *et al.*, 2014).

No ano de 2020, os alunos foram afastados fisicamente da escola devido à pandemia de COVID-19. Tratando-se da rede pública estadual do Paraná, as aulas foram retomadas de forma presencial no segundo semestre de 2021, atendendo aos estudantes de acordo com suas necessidades e possibilidades de presença em sala de aula e de acesso à internet. Diante do quadro heterogêneo apresentado, os professores foram obrigados a desenvolver estratégias nas quais pudessem atender a todos os alunos. Uma das estratégias empregadas foi o uso da metodologia do ensino híbrido, na sua vertente da sala de aula invertida.

Segundo Bacich *et al.* (2015), ensino híbrido é a integração do ensino presencial (tradicional) com o ensino online, essa combinação impacta o processo de ensino

¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET), UTFPR, Curitiba, julianasilvacastro@utfpr.edu.br.

²Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM), UTFPR, Curitiba, anna.amaraj@gmail.com.

³Docente do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET), UTFPR, Curitiba, arandi@utfpr.edu.br



Universidade Estadual
da Região Tocantina
do Maranhão

aprendizagem, e contribui para a autonomia do estudante colocando o professor como mediador de informações.

Leandro e Correa (2018), reforçam que o ensino híbrido ainda é um grande desafio, tendo em vista que, em algumas situações, a realidade social permite ao indivíduo acesso, por exemplo, a um aparelho celular, mas não a internet de qualidade ou, ainda, como em grande parte das vezes não há acesso nem a uma coisa nem a outra.

Valente (2014) afirma que a sala de aula invertida é uma modalidade de *e-learning* na qual os conteúdos são estudados pelos alunos antes das aulas síncronas, através da internet ou da televisão (como no caso do Paraná). Neste caso, as aulas presenciais são usadas de forma a trabalhar os conteúdos previamente conhecidos, através de exercícios ou atividades práticas.

Assim, “as vantagens trazidas pela Sala de Aula Invertida já discutidas anteriormente tornam-se ainda mais relevantes ao adotar essa estratégia durante o Ensino Remoto, a saber: “Os materiais fornecidos na aprendizagem assíncrona com os conceitos abordados pelo professor formam um banco de dados que poderá ser acessado pelo estudante a qualquer momento, minimizando os impactos causados pelo Ensino Remoto; Diante de tantas mudanças em sua rotina, o aluno tem a oportunidade de escolher o melhor momento para acessar o material disponibilizado pelo professor e aprender um novo conceito; A aprendizagem síncrona fica mais dinâmica, possibilitando uma vivência mais fluida e leve do conteúdo; Os alunos e o professor aproveitam a necessidade de distanciamento social para ressignificar o papel de ambos, vislumbrando adotar tendências mais modernas e eficazes no processo de ensino-aprendizagem; As TDICs são mais aceitas e incorporadas no âmbito educacional.” (Marques e Barbosa, 2021, p. 126-127)

Neste trabalho, apresentaremos um relato de experiência sobre o uso das metodologias acima descritas, para turmas do 6º ano do ensino fundamental da rede pública do Paraná, durante o período de pandemia. Apesar da experiência ser fruto de uma necessidade imposta pela pandemia de COVID-19, podemos discutir as metodologias como forma efetiva de ensino sobre o tema Sistema Nervoso Humano.

METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido em uma escola da Região Metropolitana de Curitiba - PR, entre os meses de novembro e dezembro de 2021. Parte dos alunos



comparecia regularmente às aulas, outros revezavam uma semana em sala e outra em casa acompanhando as aulas por meio do aplicativo Google MEET. Note-se que alguns poucos estudantes permaneceram na modalidade remota durante todo o período em questão.

Como forma de atender a todos os alunos, manter a organização das aulas e cumprir o conteúdo do ano letivo, o Google Classroom foi utilizado como plataforma auxiliar ao aprendizado dos alunos. Nesta plataforma foram postados conteúdos referentes ao sistema nervoso que podiam ser acessados pelos três grupos de alunos já descritos: os de aulas presenciais, aulas híbridas e ensino remoto.

Inicialmente, foram postados materiais de estudos que consistiam de vídeos educativos disponíveis na plataforma de vídeos YOUTUBE, e supostamente de fácil entendimento para alunos do 6º ano do ensino fundamental. Após assistir aos vídeos, os alunos precisavam responder, com o auxílio do livro didático - Araribá mais: Ciências (Carnevalle, 2018), a um estudo dirigido, com as seguintes perguntas: 1- Qual é a função do sistema nervoso humano? 2- Dê exemplos de estímulos internos e de estímulos externos. 3- Quais células compõem o sistema nervoso humano? 4- Desenhe um neurônio e identifique suas partes. 5- Defina axônio, corpo celular e dendrito. Esse conteúdo foi definido com base na BNCC (Brasil, 2017) e no Currículo da Rede Estadual do Paraná (Paraná, 2021).

O estudo dirigido foi o mesmo para todos os alunos e deveria ser respondido fora do horário da aula, em formato digital ou físico, permitindo aos alunos e suas famílias a adaptação à realidade de cada um, já que a atividade poderia ser realizada no momento mais adequado à individualidade familiar. Nas aulas seguintes, o estudo dirigido era corrigido e, em seguida, havia a discussão dos conteúdos com os alunos em sala de aula ou em aula síncrona remota, buscando esclarecer dúvidas e acompanhar dificuldades.

Ao final da apresentação do conteúdo, foi aplicado um questionário de avaliação da aprendizagem, sendo este respondido digitalmente, via Google Formulários, pelos alunos que estavam em ensino remoto naquele momento e fisicamente pelos alunos que estavam em sala de aula.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao observarmos as respostas dos alunos aos formulários, percebemos que 84% deles acertou mais de 60 % das questões propostas e que, no total, 42% dos alunos



acertaram todas as perguntas realizadas, sendo que somente 16 % dos alunos não responderam corretamente a 60% das questões.

Se considerarmos as dificuldades próprias da aprendizagem deste conteúdo e aquelas acrescidas pelo momento de pandemia pelo qual passávamos, os resultados da utilização do ensino híbrido e da sala de aula invertida demonstram que essas metodologias são eficazes para a aprendizagem do Sistema Nervoso Humano pelos alunos.

CONCLUSÕES

O ensino híbrido e a sala de aula invertida são usados há algum tempo na educação, surgindo inicialmente para atender a demandas de estudantes da educação à distância. No entanto, encontramos algumas dificuldades de implementá-lo nas salas de aula regulares, mais especificamente no ensino fundamental - anos finais.

Sabe-se que, dentro da realidade brasileira, esse processo pode não ser totalmente eficaz, já que existe uma expressiva porcentagem de alunos que não possuem acesso às ferramentas digitais de estudos. No entanto, a experiência relatada demonstra que adequações metodológicas complementares, como a entrega de materiais impressos, bem como o uso de vídeos em sala de aula, antes da discussão do conteúdo com os alunos, poderiam minimizar estas dificuldades e permitir um uso ampliado destas ferramentas.

Considerando o referencial teórico apresentado, bem como os resultados obtidos com a experiência relatada, vislumbramos que o uso do ensino híbrido, mais precisamente da sala de aula invertida, pode potencializar a aprendizagem sobre o Sistema Nervoso Humano, não só em períodos de pandemia, ou momentos de distanciamento, mas também na sala de aula regular em momentos de normalidade.

Palavras-chave: Metodologias ativas; Ensino de ciências; COVID-19

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACICH, L., TANZI NETO, A., TREVISANI, F. M. *Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 386. Disponível em: <<http://www.senar-rio.com.br/wp-content/uploads/2021/03/Livro-Ensino-H%C3%ADbrido.pdf>> Acesso em 22/06/2022
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC,



Universidade Estadual
da Região Tocantina
do Maranhão

2017.

Disponível

em:

<<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#fundamental/ciencias-no-ensino-fundamental-anos-finais-unidades-tematicas-obietos-de-conhecimento-e-habilidades>>

Acesso em: 04/12/2022

GURGEL, I; FAGUNDES, A; SOUZA, I.C. ;GALVÃO-COELHO, N.L. Integrando a Fisiologia a partir de uma Sequência Didática baseada no estudo do Sistema Nervoso. Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEEnBio), v. 7, p. 2902-2911, 2014. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/11832118-Integrando-a-fisiologia-a-partir-de-uma-sequencia-didatica-baseada-no-estudo-do-sistema-nervoso.html>> Acesso em 12/07/2022

CARNEVALLE, M, R (Org.). Araribá mais: Ciências. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2018. p. 224

LEANDRO, S. M.; CORREA, E. M. Ensino híbrido (blended learning): potencial e desafios no ensino superior. EmRede – Revista de educação à distância, v.5, n.3, 2018. p.387-396. Disponível em: . Acesso em: 2 set. 2019. Disponível em: <<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/24>> Acesso em: 30/06/2022

MARQUES, B. S. L.; BARBOSA, N. M. Sala de aula invertida adaptada ao ensino remoto: uma proposta de ensino híbrido aplicado à Análise Combinatória. Boletim online de Educação Matemática, Florianópolis, v. 9, n. 18, p. 122-142, outubro/2021. Disponível em: <<https://periodicos.udesc.br/index.php/boem/article/view/19121>> Acesso em: 07/07/2022

PARANÁ. Superintendência da Educação. Departamento de Educação Básica. Currículo Referencial do Estado do Paraná. Curitiba, 2021. Disponível em: <https://www.educacao.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-05/crep_ciencias_2021_anos finais.pdf> Acesso em: 04/12/2022

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. Educar em revista. ed.especial, n.4, 2014. p. 79-97. Disponível em:<<https://www.scielo.br/i/er/a/GLd4P7sVN8McLBcbdOVyZvG/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 15/06/2022