

**CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL – UNINTER
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS**

LUIZ ROBERTO CUCH

**ESTUDO SOBRE A ATENÇÃO CONCENTRADA EM UM PROJETO DE
ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO MÉDIO DE ESCOLAS PÚBLICAS DO
MUNICÍPIO DE PORTO UNIÃO – SC**

CURITIBA

2018

LUIZ ROBERTO CUCH

**ESTUDO SOBRE A ATENÇÃO CONCENTRADA EM UM PROJETO DE
ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO MÉDIO DE ESCOLAS PÚBLICAS DO
MUNICÍPIO DE PORTO UNIÃO – SC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação – Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias – do Centro Universitário Internacional – UNINTER, como requisito parcial para obtenção do Título de “Mestre Profissional” em Educação e Novas Tecnologias.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Frontino de Medeiros

CURITIBA

2018

C963e Cuch, Luiz Roberto
Estudo sobre a atenção concentrada em um projeto de robótica educacional no ensino médio de escolas públicas do município de Porto União – SC / Luiz Roberto Cuch. - Curitiba, 2018.
167 f. : il. (algumas color.)

Orientador: Prof. Dr. Luciano Frontino de Medeiros
Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias) – Centro Universitário Internacional Uninter.

1. Tecnologia educacional . 2. Inovações educacionais.
3. Robótica. 4. Atenção. 5. Aprendizagem baseada em problemas. I. Título.

CDD 371.334

Catálogo na fonte: Vanda Fattori Dias - CRB-9/547

CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO-PGPE
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS
Secretaria do Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias

Defesa Nº 0017/2018

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM
EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS

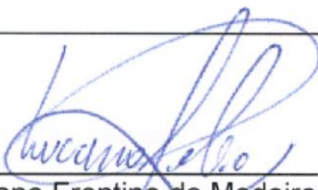
No dia 14 de setembro de 2018, às 14h, sala 53, bloco A, do Campus Divina do Centro Universitário Internacional UNINTER, à Rua do Rosário, 147 em Curitiba-PR, reuniu-se a Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias, composta pelos professores doutores: Luciano Frontino de Medeiros (Presidente-Orientador - PPGENT/ UNINTER), Daniela Karine Ramos Segundo (Integrante Externo – UFSC), Alvino Moser (Integrante Interno Titular- PPGENT/ UNINTER), Marilene Santana dos Santos Garcia (Integrante Interno Suplente - PPGENT/ UNINTER), para julgamento da dissertação: “ESTUDO SOBRE A ATENÇÃO CONCENTRADA EM UM PROJETO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO MÉDIO DE ESCOLAS PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE PORTO UNIÃO-SC”, do mestrando Luiz Roberto Cuch. O presidente abriu a sessão apresentando os professores membros da banca, passando a palavra em seguida ao mestrando, lembrando-lhe de que teria até vinte minutos para expor oralmente o seu trabalho. Concluída a exposição, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca.

Concluída a arguição, a Banca Examinadora reuniu-se e comunicou o Parecer Final de que o mestrando foi:

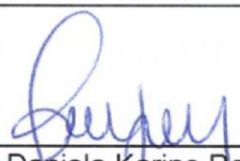
- APROVADO, devendo o candidato entregar a versão final no prazo máximo de 60 dias.
- AROVADO somente após satisfazer as exigências e, ou, recomendações propostas pela banca, no prazo fixado de 60 dias.
- REPROVADO.

O Presidente da Banca Examinadora declarou que a candidata foi aprovada e cumpriu todos os requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação e Novas Tecnologias, devendo encaminhar à Coordenação, em até 60 dias, a contar desta data, a versão final da dissertação devidamente aprovada pelo professor orientador, no formato impresso e PDF, conforme procedimentos que serão encaminhados pela secretaria do Programa. Encerrada a sessão, lavrou-se a presente ata que vai assinada pela Banca Examinadora.

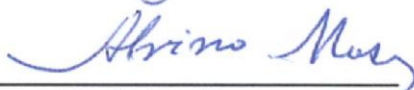
Recomendações: _____



Dra. Luciano Frontino de Medeiros
Presidente da Banca



Dra. Daniela Karine Ramos Segundo
Integrante Externo



Dr. Alvinos Moser
Integrante Interno-Titular

Dra. Marilene Santana dos Santos Garcia
Integrante Interno Suplente



Luiz Roberto Cuch
Mestrando

Dedico este trabalho ao meus pais Demétrio Cuch (in memoriam) e Maria Sofia Svistun Cuch (in memoriam), queria muito que vocês estivessem aqui para acompanhar mais está conquista. Obrigado por tudo. Amo Vocês!!!

AGRADECIMENTOS

- Agradeço primeiramente a Deus pela força dada nos momentos difíceis. Nos dias em que havia aula no programa de mestrado, noites em que dormia apenas 2 horas e quando o despertador “tocava” para eu levantar e viajar para Curitiba, por algumas vezes pensei em desistir e lá estava você me dando forças, parecia que dizia: “Vamos lá, falta pouco...Você não pode desistir”. Obrigado por me mostrar que sou muito mais forte do que eu imaginava.
- Agradeço também ao Centro Universitário de União da Vitória – UNIUV, instituição em que me orgulho em fazer parte. Obrigado pelo subsídio financeiro, sem essa ajuda não conseguiria realizar este sonho.
- Agradeço o apoio da minha família, vocês são e sempre serão a minha base. Em especial a minha esposa, Francieli de Oliveira, por compreender a minha ausência durante esses dois anos de jornada acadêmica. Foram vários finais de semana em que deixei de estar ao seu lado para terminar este trabalho. Obrigado pelo carinho, amor, companheirismo e suporte sempre que precisei. Te amo!
- A minha gratidão ao “Quarteto Fantástico” apelido carinhoso dado ao grupo de amigos que o mestrado me proporcionou. Ingrid, Neuza e Izabel a nossa amizade vale ouro, vocês são pessoas incríveis, pessoas que quero levar para a vida inteira.
- À equipe do Programa de Mestrado em Educação e Novas Tecnologias da Uninter, o meu sincero agradecimento pelos conhecimentos e por me fazerem crescer academicamente, em especial ao meu orientador Luciano Frontino de Medeiros, um excelente profissional, obrigado pela confiança, dedicação e paciência. Suas contribuições foram importantíssimas para a realização deste trabalho.
- Aos professores da banca: Daniela Ramos, obrigado pelas indicações de leitura e sugestões de ajustes, contribuíram muito para a fundamentação deste trabalho; professor Alvino Moser, um dos melhores professores que já tive, sua sabedoria é o que me inspira a seguir na vida acadêmica.
- Agradeço também as professoras que posso chamar com muito orgulho de amigas, Elizabeth Urlich, pela aplicação e correção dos testes psicológicos e Maria Alcenir de Carvalho pela correção ortográfica e gramatical deste trabalho. A ajuda de vocês foi essencial.
- E por fim, agradeço as direções das escolas Balduino Cardoso e Nilo Peçanha pela confiança dada e por nos abrir as portas das escolas para a aplicação do projeto que originou esta pesquisa.

RESUMO

Para o processo de aprendizagem, o controle inibitório está relacionado a atenção e desempenha um papel fundamental. Em um ambiente escolar, por muitas vezes, vários estímulos externos contribuem para a distração do aluno, o que se torna um grande obstáculo para o professor que precisa utilizar várias técnicas para manter a atenção dos alunos nas atividades inerentes a aula. Embora o controle da atenção se desenvolva principalmente na infância, o mesmo pode ser sempre estimulado, para ter uma melhor performance. Diante disto do exposto, este trabalho traz em seu escopo a utilização da Robótica Educacional como uma ferramenta de auxílio para o desenvolvimento da atenção, especificamente neste, a atenção concentrada, que diz respeito à capacidade do sujeito em manter o foco por um período prolongado em apenas uma atividade. O objetivo central desta pesquisa é avaliar a utilização da Robótica Educacional como um recurso pedagógico no estímulo ao desenvolvimento da atenção concentrada dos alunos do ensino médio das escolas de Educação Básica Balduino Cardoso e Nilo Peçanha, ambas escolas públicas, localizadas no município de Porto União – SC. Para isso tanto, foi utilizada como método uma pesquisa explicativa, que visa identificar e tentar explicar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos, neste trabalho, como já mencionado, o desenvolvimento da atenção concentrada dos alunos. Quanto aos procedimentos, a pesquisa se ancora em uma pesquisa mista, caracterizada como quase experimental e participante. Quase experimental, pois busca em seu escopo selecionar variáveis que seriam capazes de influenciar em um efeito. E, nesta pesquisa, parte-se do prisma de que a Robótica Educacional possa ter contribuído para o desenvolvimento da atenção concentrada dos alunos participantes. A pesquisa participante nesta pesquisa foi essencial para sustentar uma abordagem qualitativa dos dados coletados por meio dos instrumentos utilizados. Um dos instrumentos utilizados foi o teste psicológico de atenção concentrada D2, utilizado para avaliar a atenção concentrada dos alunos participantes do projeto de intervenção (identificados neste trabalho como grupo de participantes) e dos alunos com a mesma escolaridade, idade e perfil, que participaram da pesquisa como sujeitos identificados como grupo de controle. A aplicação do teste ocorreu para ambos os grupos em dois momentos: antes da proposta de intervenção, que se caracteriza pela utilização da Robótica Educacional sob a metodologia da aprendizagem baseada em problemas – PBL; e após o término da aplicação da proposta de intervenção. Após a aplicação dos testes, foi avaliado comparativamente os dados obtidos para constatar o impacto do uso da Robótica Educacional na atenção concentrada dos alunos, onde foram utilizados por meio do uso dos testes de hipóteses. Desse modo, observou-se que os alunos participantes do projeto de Robótica Educacional tiveram um melhor desempenho nos indicadores que medem a qualidade da atenção, avaliados por meio do teste de atenção concentrada D2, o que permite concluir que a Robótica Educacional aplicada sob a metodologia PBL, neste projeto em específico, possibilitou levantar a hipótese de que a Robótica Educacional tem um potencial para contribuir para o desenvolvimento da atenção concentrada dos alunos participantes.

Palavras-chave: Tecnologia Educacional, Robótica Educacional, Atenção Concentrada, Aprendizagem.

ABSTRACT

For the learning process, the inhibitory control is related to attention and plays a key role. In a school environment, many external stimuli often contribute to the student's distraction, which becomes a major obstacle for the teacher who needs to use different techniques to keep the attention of the students in classroom activities. Although the control of attention develops mainly in childhood, it can always be stimulated in order to achieve a better performance. In this context, this study brings the use of Educational Robotics as an aid tool for the development of attention, more specifically in this, focused attention, which concerns one's ability to maintain the focus for an extended period of time in only one activity. The main objective of this research is to evaluate the use of Educational Robotics as a pedagogical resource to stimulate the development of concentrated attention of the high school students of Balduino Cardoso and Nilo Peçanha Primary Schools, both public schools in Porto União - SC. For this, an explanatory research was used as a method to identify and try to explain the factors that determine or contribute to the occurrence of the phenomena, in this study, as mentioned, the development of students' concentrated attention. Regarding the procedures, the research is anchored in a mixed research, characterized as almost experimental and participant. Almost experimental because it seeks, in its scope, to select variables that would be able to influence an effect. This research starts from the idea that Educational Robotics may have contributed to the development of the concentrated attention of the participating students. Participant research in this research was essential to support a qualitative approach to the data collected through the instruments used. One of the tools, which were used, was the D2 psychological attention test. It was used to evaluate the concentrated attention of the students who participated in the intervention project, (identified in this study as the group of participants) and the students with the same level of schooling, age and profile, who participated in the study as subjects identified as the group of control. The application of the test occurred for both groups in two moments: before the proposal of intervention, which is characterized by the use of Educational Robotics under the methodology of problem-based learning - PBL; and after the application of the intervention proposal has been completed. After the tests were applied, the data obtained to verify the impact of the use of Educational Robotics on the concentrated attention of students where the hypothesis tests were used were compared. Thus, it was observed that the students participating in the Educational Robotics project had a better performance in the indicators that measure the quality of attention, evaluated through the D2 concentrated attention test. This allows us to conclude that the Educational Robotics applied under the PBL methodology in this specific project made it possible to raise the hypothesis that Educational Robotics has the potential to contribute to the development of the concentrated attention of the participating students.

Keywords: Educational Technology, Educational Robotics, Concentrated Attention, learning.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Lobos Cerebrais..... | 29 |
| Figura 2 - Robô Cirúrgico “Da Vinci” | 40 |
| Figura 3 - 1ª versão da tartaruga física controlada pela linguagem LOGO | 44 |
| Figura 4 - Competências do século 21 desenvolvidas com o uso da Robótica..... | 47 |
| Figura 5 - Linguagem de Programação Textual Vs Gráfica..... | 49 |
| Figura 6 - Visão geral do RCX 1.0..... | 51 |
| Figura 7 - Interface do Software Robolab..... | 52 |
| Figura 8 - Tower IR do Lego RCX 1.0 | 52 |
| Figura 9 - Visão geral do Lego NXT | 53 |
| Figura 10 - Interface do NXT Software | 54 |
| Figura 11 - Visão Geral LEGO EV3..... | 55 |
| Figura 12 - Peças do Kit de Robótica Modelix..... | 56 |
| Figura 13 - Controlador do Modelix3.6 | 57 |
| Figura 14 - Fluxograma criado no software Modelix System Starter | 58 |
| Figura 15 - Placa Arduino UNO..... | 59 |
| Figura 16 - Recorte de tela da IDE do Arduino..... | 60 |
| Figura 17 - Interface do software Scratch for Arduino | 61 |
| Figura 18 - Caixa Organizadora do Kit de Robótica Modelix..... | 80 |
| Figura 19 - Vista externa da sala de Robótica da Escola Nilo Peçanha..... | 81 |
| Figura 20 - Caixas organizadoras dos Kits de Robótica LEGO..... | 81 |
| Figura 21 - Kit Lego NXT da Escola Nilo Peçanha | 82 |
| Figura 22 - Revistas da LEGO RCX..... | 84 |
| Figura 23 - Projetos desenvolvidos pelos alunos nas aulas do projeto de robótica .. | 85 |
| Figura 24 - Projetos desenvolvidos pelos alunos durante as aulas..... | 85 |
| Figura 25 - Alunos desenvolvendo os projetos nas aulas de Robótica | 86 |
| Figura 26 - Metodologia utilizada nas aulas do projeto de Robótica | 87 |
| Figura 27 - Projetos com a utilização da Robótica Sustentável..... | 88 |
| Figura 28 - Alunos utilizando o Software Scratch..... | 89 |
| Figura 29 - Alunos programando o controlador LEGO NXT | 91 |
| Figura 30 - Alunos programando o LEGO NXT..... | 91 |
| Figura 31 - Execução dos desafios propostos..... | 92 |
| Figura 32 - Alunos realizando o teste de atenção concentrada D2 | 95 |

| | |
|--|----|
| Figura 33 - Normalização Brasileira do teste D2 para estudantes do 2º grau | 96 |
| Figura 34 - Processo de desenvolvimento da pesquisa | 99 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 - Classificação dos trabalhos por tipo..... | 64 |
| Tabela 2 - Trabalhos por Instituição | 64 |
| Tabela 3 - Categorização dos trabalhos..... | 65 |
| Tabela 4 - Estatísticas do teste de Normalidade para os dados do RB | 108 |
| Tabela 5 - Teste t pareado das médias do Resultado Bruto | 109 |
| Tabela 6 - Estatísticas do teste de Normalidade para os dados do RL..... | 110 |
| Tabela 7 - Teste t pareado das médias do Resultado Líquido | 111 |
| Tabela 8 - Estatísticas do teste de Normalidade para os dados do E% | 112 |
| Tabela 9 - Teste t pareado das médias do percentual de erros | 113 |
| Tabela 10 - Estatísticas do teste de Normalidade para a Taxa de erros..... | 113 |
| Tabela 11 - Teste t pareado das médias da Taxa de Erros | 115 |
| Tabela 12 - Estatísticas do teste de normalidade para a amplitude de oscilação ... | 115 |
| Tabela 13 - Teste t pareado das médias da amplitude de oscilação..... | 117 |
| Tabela 14 - Teste Wilcoxon pareado das médias da amplitude de oscilação | 117 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1 - Instrumentos científicos criados para auxiliar o homem..... | 38 |
| Quadro 2 - Trabalhos selecionados Revisão Sistemática de Literatura | 66 |
| Quadro 3 - Resultado da precisão concomitante com a oscilação de trabalho | 107 |
| Quadro 4 - A atenção e suas implicações para a aprendizagem | 120 |
| Quadro 5 - Como melhorar a atenção do aluno, na concepção dos professores.... | 121 |
| Quadro 6 - Percepção do aluno quanto a melhora na concentração | 123 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----|
| Gráfico 1 - Número de trabalhos por ano | 64 |
| Gráfico 2 - Análise comparativa entre o percentil Resultado Bruto - RB | 103 |
| Gráfico 3 - Análise comparativa entre o percentil Resultado Líquido - RL | 104 |
| Gráfico 4 - Análise comparativa entre o percentil Porcentagem de erros - E%..... | 105 |
| Gráfico 5 - Análise comparativa entre o percentil da amplitude de oscilação | 106 |
| Gráfico 6 - Comparativo das médias agrupadas obtidas no resultado bruto | 109 |
| Gráfico 7 - Comparativo das médias agrupadas obtidas no resultado líquido | 111 |
| Gráfico 8 - Comparativo da médias agrupadas do percentual de erros | 112 |
| Gráfico 9 - Comparativo das médias agrupadas da taxa de erros | 114 |
| Gráfico 10 - Normalidade dos dados da AO - Grupo Controle | 116 |
| Gráfico 11 - Comparativo das médias agrupadas da amplitude de oscilação | 116 |
| Gráfico 12 - Erros cometidos por falta de atenção | 118 |
| Gráfico 13 - Dificuldade em se concentrar em atividades escolares | 119 |
| Gráfico 14 – Distração com elementos à sua volta | 120 |
| Gráfico 15 - As atividades de robótica e a concentração dos alunos | 122 |

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

RCX – 1ª versão do Controlador do kit de Robótica Lego®

NXT – 2ª versão do Controlador do kit de Robótica Lego®

TICs – Tecnologia da Informação e Comunicação.

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

APP – Associação de Pais e Professores.

BTDB – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

PROINFO – Programa Nacional de Tecnologia Educacional

GERED – Gerência de Educação

PBL – Problem Based Learning

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 18 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 21 |
| 2.1 ATENÇÃO | 21 |
| 2.1.1 Desenvolvimento da Atenção | 24 |
| 2.1.2 Tipos de Atenção..... | 26 |
| 2.1.3 Bases Neurais da Atenção | 28 |
| 2.1.4 Sintomas da Desatenção e suas Implicações para a Aprendizagem .. | 31 |
| 2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA | 33 |
| 2.2.1 Considerações Iniciais..... | 33 |
| 2.2.2 Condições Essenciais para a Aprendizagem Significativa | 36 |
| 2.3 ROBÓTICA..... | 37 |
| 2.4 ROBÓTICA EDUCACIONAL..... | 42 |
| 2.4.1 Benefícios da Utilização da Robótica Educacional..... | 45 |
| 2.4.2 Tecnologias para se Trabalhar com a Robótica Educacional..... | 48 |
| 2.4.3 Revisão Sistemática de Literatura | 63 |
| 2.5 PROBLEM BASED LEARNING - PBL..... | 69 |
| 2.5.1 PBL: Benefícios para os Alunos | 71 |
| 2.5.2 PBL e a Função do Professor..... | 72 |
| 3 METODOLOGIA | 75 |
| 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA | 75 |
| 3.1.1 Definição dos Sujeitos da Pesquisa..... | 76 |
| 3.2 O AMBIENTE DA PESQUISA | 76 |
| 3.2.1 A Origem da Pesquisa..... | 76 |
| 3.2.2 Descrição do Projeto de Robótica | 79 |
| 3.2.3 Condições da Estrutura Física e dos Equipamentos das Escolas | 79 |
| 3.2.4 Metodologia das Aulas do Projeto de Robótica Educacional..... | 83 |

| | |
|---|------------|
| 3.3 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 92 |
| 3.3.1 Materiais Utilizados..... | 92 |
| 3.3.2 Coleta e Análise dos Dados..... | 95 |
| 3.3.3 Métodos – Procedimentos | 98 |
| 4 RESULTADOS..... | 100 |
| 4.1 RESULTADOS ALCANÇADOS COM A PROPOSTA DE INTERVENÇÃO . | 100 |
| 4.2 RESULTADOS DO TESTE DE ATENÇÃO CONCENTRADA D2..... | 101 |
| 4.3 RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS..... | 118 |
| 5 DISCUSSÃO | 124 |
| 5.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS..... | 124 |
| 5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO TESTE D2 | 128 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 135 |
| 7 REFERÊNCIAS..... | 140 |
| APÊNDICE..... | 148 |
| ANEXOS | 150 |

1 INTRODUÇÃO

A aprendizagem é um processo que inicia com o nascimento e acompanha o ser humano por toda a vida. Neste processo do aprender, a atenção é um pré-requisito. Benczik (2000) ressalta que a desatenção coloca a criança em um grande risco para dificuldades escolares em termos do desempenho acadêmico.

Dentre os tipos de atenção, a atenção concentrada ou concentração, se caracteriza pelo fato do indivíduo direcionar sua atenção para uma tarefa apenas, ou seja, manter o foco no que se está fazendo inibindo possíveis distrações. Segundo alguns especialistas em neurociência (LURIA, 1991; CONSENZA 2011; STERNBERG, 2000), a quantidade de informação que o cérebro recebe é muito superior à sua capacidade de processá-la, fazendo-se necessário que o indivíduo, por meio do cérebro, selecione o que de fato é importante evitando desvios da sua atenção (LURIA, 1991, p. 02). Em uma sala de aula, é possível observar vários estímulos que contribuem para o desvio da atenção dos alunos. Dentre eles, pode-se citar o barulho de outras salas ou da rua e também os aparelhos celulares, que se podem tornar-se um grande adversário para a capacidade do aluno em se manter concentrado nas atividades executadas em aula. Considerando que a concentração é um fator primordial para a aprendizagem, como estimular nos alunos a capacidade de desenvolver a habilidade de se manter concentrado durante as aulas? A utilização da Robótica Educacional pode contribuir para o desenvolvimento da atenção concentrada dos alunos? Diante disso, esta pesquisa parte-se da investigação de que a Robótica Educacional trabalhada sob uma abordagem construcionista, utilizando-se da metodologia ativa da aprendizagem baseada em problemas, tem a possibilidade de contribuir para o desenvolvimento da atenção dos alunos, pois sua utilização oportuniza um ambiente em que os participantes precisam estar totalmente engajados nas atividades, de forma que mantenham a sua atenção somente nas atividades inerentes ao projeto, para assim conseguir êxito nas atividades propostas.

Ao realizar a revisão sistemática de literatura sobre o tema, buscaram-se informações sobre a produção científica referente a projetos envolvendo a Robótica Educacional. Foram realizadas pesquisas em várias fontes, dentre elas o banco de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Banco Digital de Teses e Dissertações (BDTD), o Google Acadêmico e os repositórios

de algumas Universidades (UFSC, UTFPR, UFPR, PUC-PR), na qual foi constatado que existem poucos estudos sobre a área referida. Grande parte dos trabalhos pesquisados traz, em voga, os benefícios trazidos pela robótica em sua utilização no âmbito educacional. Entretanto, não foi encontrada nenhuma pesquisa sobre a utilização da Robótica Educacional e a sua contribuição para o desenvolvimento da atenção concentrada dos alunos. Alguns autores dos trabalhos analisados (SANTIN, SILVA, BOTELHO, 2012; ZILLI, 2004) citam que a Robótica Educacional pode melhorar a concentração do aluno, porém não há uma explicação sobre quais foram os métodos utilizados para se chegar a tal afirmação. A partir de uma abordagem científica este trabalho visa utilizar de um teste psicológico científico bem estabelecido para verificar se a Robótica Educacional contribui de maneira significativa para o desenvolvimento da atenção concentrada nos alunos.

A presente pesquisa foi desenvolvida a partir do projeto denominado “A aplicação da Robótica Educacional nas escolas públicas do município de Porto União – SC”. Projeto que consiste em realizar um resgate do uso dos kits de robótica cedido pelo Governo de Santa Catarina para uma das escolas em que o projeto foi aplicado. O objetivo geral avaliar a utilização da Robótica Educacional como um recurso pedagógico no estímulo ao desenvolvimento da atenção concentrada dos alunos do ensino médio das Escolas de Educação Básica Balduino Cardoso e Nilo Peçanha, ambas localizadas no município de Porto União – SC. Os objetivos específicos desta pesquisa são: a) realizar um levantamento bibliográfico dos trabalhos correlatos sobre a utilização da Robótica dentro do contexto escolar; b) organizar atividades pedagógicas com *kits* de Robótica Educacional sob a metodologia PBL utilizando-se de atividades que exijam a atenção durante o seu desenvolvimento; c) avaliar a atenção concentrada dos alunos, analisando comparativamente os dados obtidos para constatar o impacto do uso da Robótica Educacional na atenção concentrada dos alunos.

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma: no capítulo 2 é realizada uma revisão bibliográfica sobre as seguintes temáticas: atenção, aprendizagem significativa, robótica, robótica educacional e aprendizagem baseada em problemas. Na seção 2.1 é descrito o fenômeno da atenção abordado as suas características gerais, desenvolvimento, tipos de atenção e suas implicações para o processo de aprendizagem. Na sequência a seção 2.2 é abordada a teoria da

aprendizagem significativa, por meio de uma revisão bibliográfica sobre o tema. Na seção 2.3 é descrito alguns conceitos sobre a robótica, sua origem e utilização no cenário atual. A seção 2.4 apresenta uma revisão bibliográfica sobre os conceitos alusivos à robótica educacional, os benefícios apontados por pesquisas já realizadas e a descrição de alguns dos denominados *kits* de robótica educacional. Nesta seção, ainda, é apresentada uma revisão sistemática de literatura sobre o tema, apresentando os trabalhos de dissertação e teses realizados entre os anos de 2010 e 2018. Na seção 2.5 é apresentada uma revisão bibliográfica sobre a metodologia da aprendizagem baseada em problemas, apontando alguns conceitos iniciais e uma discussão sobre a sua utilização no ambiente escolar como uma metodologia ativa.

No capítulo 3, são mostrados os materiais utilizados e a metodologia utilizada no trabalho para alcançar os objetivos propostos. Nesta seção, é detalhado o ambiente em que foi realizado a presente pesquisa.

O capítulo 4 descreve os resultados obtidos pelos instrumentos de coleta de dados. No capítulo 5 é apresentada uma análise do autor e as discussões sobre os dados obtidos na seção resultados. E por fim, o capítulo 6 traz as considerações finais deste estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para o referencial teórico deste trabalho foi realizado uma pesquisa bibliográfica sobre os seguintes temas: Atenção, Aprendizagem Significativa, Robótica, Robótica Educacional e Aprendizagem baseada em problemas.

2.1 ATENÇÃO

Ao estudar sobre cognição e funcionamento do cérebro, comumente surgem trabalhos que abordam em seu escopo o termo funções executivas, destacando a sua importância para a cognição, a aprendizagem e até para simples atividades diárias. Gazzaniga (2006, p. 518) define funções executivas como um grupo de operações utilizadas para controlar e regular todo o processamento da informação pelo cérebro. Em síntese, é uma habilidade cognitiva utilizada para controlar o cérebro, em ações que incluem os pensamentos, as emoções, o raciocínio e as ações como um todo. Diamond (2013) complementa ainda que, as funções executivas (FEs) são essenciais para o êxito na escola e na vida. As FEs são compostas por 3 dimensões básicas:

Controle inibitório (autocontrole): É a capacidade de resistir a uma forte inclinação para fazer algo e, ao invés de ceder a essa inclinação, fazer o que é mais adequado ou necessário.

Memória de trabalho: Manter as informações na mente enquanto se trabalha com elas ou as atualiza.

Flexibilidade cognitiva: É a capacidade do indivíduo de alternar com facilidade e rapidez as perspectivas ou o foco de atenção ajustando-se de modo flexível a novas exigências ou prioridades e a poder raciocinar de maneira. (DIAMOND, 2013, p. 16).

Dentre as 3 dimensões básicas das funções executivas discutido pela autora, está o controle inibitório, que envolve a capacidade de controlar a atenção, tema que será destacado nesta seção.

A atenção em diferentes tipos, é um fenômeno natural do ser humano, o seu funcionamento é automático que raramente se percebe o como o processo acontece, semelhante como o ato de respirar, destaca Matlin (2003). Sternberg (2000) define a atenção como o meio pelo qual se processa ativamente uma quantidade limitada de informação a partir da enorme quantidade de informação disponível por meio dos sentidos, da memória armazenada e de outros processos cognitivos. Devido à enorme

quantidade de informações que chegam ao cérebro, a atenção é o ato de selecionar quais são importantes. A seleção da informação necessária e a manutenção de um controle permanente sobre elas são convencionalmente chamados de atenção (LURIA, 1991). Benczik (2001) define atenção como um meio para dispor recursos e canais de respostas para as situações mais importantes. Em comum sobre as definições apresentadas, tem-se que a atenção se caracteriza como um fenômeno que se destaca pelas escolhas dos inúmeros estímulos recebidos no ambiente em que a pessoa está inserida.

Os autores (STERNBERG, 2000; LURIA, 1991; CONSENZA, 2011; BENCZIK, 2001; MATLIN, 2003) enfatizam que o cérebro recebe mais estímulos do que a sua capacidade de processar, fazendo necessário se realizar uma seleção do que é importante e ignorar os demais. Luria complementa que:

Se não houvesse essa seletividade, a quantidade de informações não selecionada seria tão desorganizada e grande que nenhuma atividade seria possível. Se não houvesse a inibição de todas as associações que afloram descontroladas seria inacessível o pensamento organizado, essencial para a resolução de problemas (LURIA, 1991, p. 2).

Este fenômeno pode ser descrito na seguinte tarefa: observe ao seu redor nesse momento em que está lendo este trabalho a quantidade de estímulos que estão chegando até você, como por exemplo, o barulho de um carro ou de um avião, ou um rádio ou televisão que está ligado, ou um cachorro latindo, ou ainda o barulho de algo que caiu no chão. Neste sentido é preciso filtrar o que é importante, para isso, o ser humano foca em estímulos que são de seu interesse. Consenza (2011) utiliza para explicar o fenômeno da atenção a metáfora da lanterna: a atenção é como uma lanterna, na qual iluminamos o que nos interessa. Mas ainda, o cérebro do ser humano, embora tenha evoluído exponencialmente, ainda não tem o total controle sobre a atenção, o que pode ser explicado pelos tipos básicos de atenção:

Atenção involuntária: é quando a atenção do homem é atraída por um estímulo forte, novo ou interessante. Quando viramos involuntariamente a cabeça ao ouvir o barulho de uma batida ou ruído, nossa atenção é atraída por uma mudança nova e inesperada da situação. Exemplo da criança recém-nascida procurando os estímulos. Esse tipo de atenção está presente no homem e nos animais.

Atenção arbitrária: só é inerente ao homem. Consiste em que o homem pode concentrar arbitrariamente a atenção ora um ora em outro objeto,

inclusive nos casos em que nada muda na situação que o cerca (LURIA,1991, p. 22).

Consenza (2011) utiliza para o mesmo fenômeno os termos atenção reflexa para estímulos periféricos e suas características como a novidade ou contraste. Por exemplo, em uma escola o som do sino avisando do horário do recreio; e atenção voluntária, que regulada por aspectos centrais do processamento cerebral, como no caso de procurar um objeto perdido.

No âmbito da Neurociência, Matlin (2003) e Consenza (2011) destacam a presença do circuito executivo ou funções executivas, localizado no córtex pré-frontal no cérebro, o qual exerce uma função importante nos processos cognitivos e emocionais, bem como na atenção, pois tem a capacidade de separar as informações relevantes das irrelevantes. Para Diamond (2013) o controle inibitório é uma das habilidades básicas das funções executivas, ele nos permite uma medida de controle sobre nossa atenção e nossas ações, ao invés de simplesmente sermos controlados por estímulos externos. A autora ainda destaca que o controle inibitório permite ao ser humano:

- 1- continuar realizando uma tarefa apesar do tédio, de um fracasso inicial, de um uma digressão interessante, ou de uma distração tentadora exige a habilidade de inibir inclinações fortes para desistir ou para fazer algo mais divertido.
- 2- inibir uma ação impulsiva e, ao invés disso, reagir de maneira mais ponderada o que permite que você resista à uma tentação...
- 3- prestar atenção, apesar de uma distração como, por exemplo, parar de prestar atenção ao que os outros estão dizendo. (DIAMOND, 2013, p. 09).

As funções executivas e o controle inibitório, segundo Matlin (2003), Consenza (2011) e Diamond (2013), tem seu desenvolvimento principalmente na infância e adolescência, porém pode ser aprimorado também na vida adulta, sendo que as interações do ambiente contribuem de forma significativa para o seu aprimoramento. A próxima seção descreve com mais detalhes como se dá o desenvolvimento da atenção.

2.1.1 Desenvolvimento da Atenção

Para Luria (1991) a atenção involuntária começa a manifestar-se nitidamente nas primeiras semanas de vida de uma criança, na qual é possível observar por meio do reflexo orientado, a fixação de um objeto pelo olhar, ou algum brinquedo colorido ou que realize um barulho que a chame a atenção, acontece geralmente com estímulos fortes ou novos. Por exemplo, um som de barulho ou um brinquedo novo. Nesta fase, a criança ainda não tem controle algum sobre a sua atenção, qual é determinada então, pelos estímulos externos do ambiente.

Somente ao término do primeiro ano de vida da criança e início do segundo é que a nomeação de um objeto ou ordem começa a ter influência orientadora e reguladora, fazendo com que a criança dirige o olhar para o objeto, ou procura o objeto caso não esteja nos seus olhos (LURIA, 1991). O autor define a influência orientadora e reguladora como o fato de desenvolver o comportamento por ações verbais, que contribuem para o desenvolvimento da atenção, mas ainda a influência orientadora e reguladora na criança desta idade é considerada instável. Isso pode ser observado quando, por exemplo, pede-se para ela ir buscar um brinquedo ao meio de vários outros, neste caso a mesma tende-se a desviar a sua atenção para outros objetos. Benczik (2000) ressalta em seus estudos que até os 2 anos de idade da criança, a atenção é controlada e dirigida por determinadas configurações de estímulos, não existindo controle voluntário por parte da criança. Em contraposição Luria (1979) *apud* Eidt (2014) diz que ao final do primeiro ano de vida e início do segundo, quando a criança passa a se submeter a uma instrução verbal direta, é então momento definido como primeiro estágio do desenvolvimento da atenção voluntária, em linhas gerais, Luria (1991) define que a instrução verbal do adulto sob a criança nesta idade é o início do processo de desenvolvimento da atenção voluntária.

Apenas em meados do segundo ano de vida, o cumprimento da instrução verbal do adulto, que orienta a atenção seletiva da criança, torna-se mais estável, afirma Benczik (2000). Ainda, a criança pode adiar o tempo de execução em 15 a 30 segundos, porque começa a voltar sua atenção para objetos estranhos que lhe atraem imediatamente a atenção (LURIA, 1991).

Após essa etapa da utilização verbal de um adulto, a criança com 3 anos começa a pensar na instrução dada, distinguindo as instruções e tomando decisões.

A influência sólida da instrução verbal, que orienta a atenção da criança, se forma com a íntima participação da atividade da criança e, por isso, para organizar sua atenção estável, a criança não só deve dar ouvido à instrução verbal do adulto como ela mesma deve distinguir as ordens necessárias, reforçando-as em suas ações práticas (LURIA, 1991, p. 32).

Já para Benczik (2000), entre os 2 a 5 anos de idade surge o controle voluntário da atenção, a criança já consegue concentrar-se na forma seletiva, em alguns aspectos pelas características externa, mas sua atenção ainda é dominada pelas características mais centrais e salientes dos estímulos. Abramóvitch (1946 *apud* EIDT, 2014) investigou a relação entre a apresentação do objeto novo e a concentração da criança dessa idade. Para tanto, apresentou a uma criança: 1) objetos simples e novos; 2) objetos iguais, atraentes, mas muito conhecidos pela criança; 3) objetos complicados, mas vistosos e novos, e 4) objetos idênticos, mas conhecidos pelos jogos em conjunto com os adultos. O autor concluiu que: 1) os objetos já conhecidos pela criança, apesar de atraentes, são rejeitados; 2) os objetos complicados e que a criança desconheça totalmente não a fazem concentrar-se nem lhe chamam a atenção; 3) os objetos desconhecidos podem atrair a atenção da criança somente se eles forem manipulados por um adulto a quem ela aprecie e que acompanhe suas ações com palavras; e 4) o objeto mais atrativo é aquele que ela conhece pouco. Analisando o resultado observado pelo autor pode-se dizer que, nesta idade, ainda a atenção da criança continua sendo dirigida pelo exterior, principalmente pelos objetos novos ou novos estímulos.

Benczik (2000) diz que a partir dos 6 anos, ocorre uma mudança notável neste aspecto, em que o controle da atenção passa a ser interno. Ela já é capaz de desenvolver estratégias para atender, seletivamente, aos estímulos que ela considera relevantes para a solução de determinados problemas, sejam ou não eles aspectos mais centrais de estimulação externa. Para Luria (1991), a principal fonte de desenvolvimento são as formas de comunicação da criança com o adulto, sendo o fator fundamental que assegura a formação da atenção voluntária. Nesta idade, a criança não é capaz de regular a sua atenção de forma totalmente eficaz. O processo de atenção ainda precisa da mediação do adulto, e no contexto escolar, na figura do professor, que poderá direcionar sua atenção para o essencial e a ajudar a estabelecer relações, fortalecendo assim a aprendizagem.

Tanto Luria (1991) como Benczik (2000) ressaltam que o treino da atenção deve começar muito cedo para que possam ocorrer garantias de condições de aprendizagens posteriores. Em algum grau, o desenvolvimento da atenção é adquirido principalmente nos primeiros anos de vida, sendo que o ambiente físico e a interação social podem favorecer condições para que o desenvolvimento da atenção do indivíduo ocorra de forma que o mesmo possa usufruir desta habilidade no processo cognitivo, na aprendizagem. Para Cosenza (2011, p. 47),

Os fatores ambientais são importantes no desenvolvimento das funções executivas, que exercem um papel primordial na atenção, porque influenciam intensamente as modificações no sistema nervoso decorrentes dessas interações, por isso que o fator atencional varia de indivíduo para indivíduo, devido os diferentes ambientes vivenciados.

O que se pode constatar então, é que a atenção não é algo pronto, necessita ser desenvolvida.

2.1.2 Tipos de Atenção

Benczik (2000) destaca que os estudos sobre a atenção foram iniciados aproximadamente no ano de 1898 com foi Willian James, sendo um dos pioneiros a pesquisar esta área. Ao passar dos anos, vários pesquisadores identificaram o processo de atenção como um pré-requisito para funções cognitivas superiores. Segundo a autora, várias variáveis estão envolvidas no processo de prestar atenção: focalizar, selecionar, manter a atenção e desenvolver um plano de ação. No ato de prestar atenção, há a presença de várias variáveis, o que possibilita, observar que não há um consenso entre os pesquisadores sobre esta categorização. Essa compreensão, torna-se possível ao analisar a literatura científica sobre a classificação dos tipos de atenção quanto a operacionalização. Na busca de uma classificação, tomou-se como base a Sociedade Brasileira de Inteligência Emocional (2016), que diz que para psicologia, a atenção pode ser dividida em quatro tipos: atenção concentrada ou concentração, atenção alternada, atenção sustentada e atenção seletiva, que são descritas a seguir:

- **Atenção concentrada:** Cosenza (2011) define como a capacidade de manter a atenção de forma prolongada, ao mesmo tempo que são inibidos os estímulos

distraidores. É caracterizada pela concentração do cérebro em apenas uma atividade, excluindo todos os estímulos ao redor. Um exemplo deste tipo de atenção é quando se foca a atenção em um único objeto de trabalho, como ler um livro, mesmo com o rádio ligado. Benczik (2000) descreve a atenção concentrada, na contextualização de uma criança descrita frequentemente como "estar sonhando acordada" e preocupada com outras atividades, geralmente tem problemas com atividades que exigem concentração.

- **Atenção alternada:** Frequentemente, as pessoas conseguem realizar mais de uma tarefa ao mesmo tempo e redirecionam os recursos da atenção, distribuindo-os prudentemente, segundo as necessidades (STERNBERG, 2000). Este tipo de atenção é caracterizado como atenção alternada, porém é comum encontrar na literatura como atenção dividida. Um exemplo bem utilizado para esse tipo de atenção, é quando a pessoa está no trânsito dirigindo um automóvel e o semáforo fecha, neste caso é preciso se concentrar no semáforo e na direção. Neste caso é possível fazer as duas coisas ao mesmo tempo com eficácia, pois o ato de dirigir, tornando-se um processo automatizado, do ponto de vista do prestar atenção. Dessa forma, a experiência faz com que a pessoa não precise pensar em qual marcha o carro está ou prestar atenção na sequência utilizada para trocar de marcha.
- **Atenção sustentada:** A atenção sustentada ou mantida se refere ao tempo sobre determinada resposta. É a duração da ação sobre uma atenção dominante (BENCZIK, 2000). É a capacidade do indivíduo em se manter focado durante uma atividade contínua e repetitiva, evitando possíveis distrações.
- **Atenção seletiva**¹: É um tipo de atenção consciente utilizada quando se deve escolher dentre os vários estímulos em qual vai se prestar atenção. É as escolhas do sujeito com relação aos estímulos aos quais prestam atenção ou ignoram (STERNBERG, 2000). Para Gazzaniga (2014) a atenção seletiva é definida como um mecanismo cerebral cognitivo que possibilita alguém processar informações, pensamentos ou ações relevantes e ignorar outras irrelevantes. Neste tipo de atenção, dado como exemplo o contexto de uma

¹ Encontra-se na literatura várias classificações dos "Tipos de Atenção", alguns autores conforme enfatiza Araújo (2016), apontam a atenção seletiva como concentrada ou focalizada. No presente estudo, a atenção seletiva e concentrada não foram classificadas como o mesmo tipo de atenção.

sala de aula, o aluno precisa decidir se presta atenção na fala do professor ou em uma conversa ao fundo da sala. Ainda sobre os tipos de atenção, não há como definir uma mais importante e ora outra menos, pois cada uma representa uma função especial para cada tipo de atividade específica. Para o campo da educação escolar todas em algum grau são de suma importância.

Alguns autores (BENCZIK, 2000; CONSENZA 2011, STERNBERG, 2000) destacam a importância de um fator necessário para todos os tipos de atenção, o que chamam de vigilância ou nível de vigilância ou ainda, estado de alerta. Definido por Sternberg (2000) como uma das funções da atenção, a vigilância, segundo o autor, consiste em detectar algum sinal ou determinado estímulo de interesse. Para que o cérebro processe algo que foi dado a atenção, é necessário que ele mantenha um adequado nível de vigilância, pois a atividade cerebral sofre variações normalmente, que vão do sono profundo ao pleno despertar, e a ansiedade é um fator pode prejudicar a atenção e o processamento cognitivo (CONSENZA, 2011, p. 43). Diante disso, o estado de alerta é tido como o estágio inicial do processo de atenção, é o que mantém a estrutura do cérebro preparado para executar as suas funções quando seleciona atividades por meio dos estímulos sensoriais ou se dirige para os processos mentais, como uma recordação, por exemplo.

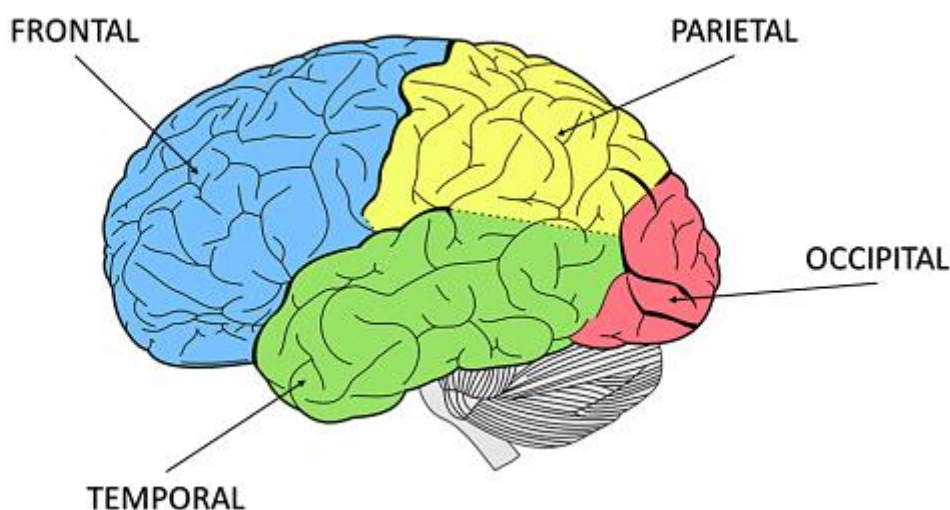
2.1.3 Bases Neurais da Atenção

Para descrever o funcionamento neural no que se diz respeito a atenção, pesquisadores já utilizaram vários instrumentos, entre eles técnicas de neuroimagem e registros elétricos e magnéticos da atividade cerebral. Gazzaniga (2006) diz que embora estes instrumentos se mostram essenciais para investigar o funcionamento cerebral, não podem descrever totalmente os mecanismos da atenção porque não informam sobre substratos neurais. O autor questiona, por exemplo, quais sistemas cerebrais controlam a atenção durante a atenção voluntária e reflexa, e se eles são os mesmos, diferentes ou sobrepostos. Ainda que tido como um grande desafio para os pesquisadores da neurociência sobre a explicação de alguns mecanismos do funcionamento do cérebro, os exames e instrumentos utilizados até então, tem sido

importantes e auxiliado os pesquisadores a levantarem hipóteses que podem ser melhores investigadas.

Lent (2002) diz que a atenção envolve dois aspectos fundamentais: a) o primeiro é o estado de alerta, que sensibiliza o cérebro para o recebimento de estímulos, b) a segunda é a atenção propriamente dita. Várias pesquisas buscam entender como funciona o mecanismo de atenção. Gazzaniga (2006) destaca que os hemisférios cerebrais têm quatro divisões principais ou lobos. São eles lobo frontal, lobo parietal, lobo temporal e lobo occipital, ilustrados na figura 1:

Figura 1 - Lobos Cerebrais



FONTE: GAZZANIGA, 2006.

Das funções específicas de cada um dos lobos cerebrais e com base em estudos de pacientes com déficits de atenção, pesquisas apontam que o lobo parietal é uma região-chave para o controle da atenção (GAZZANIGA, 2006). O lobo parietal é uma área do córtex cerebral responsável por receber os estímulos obtidos do ambiente exterior. De acordo com estudos é o lobo parietal na área do córtex na qual os neurônios respondem mais fortemente quando um indivíduo precisa utilizar o processo atencional enfatiza Kandel et. al (2014), com base em um estudo eletrofisiológicos da atenção realizados por Michael Goldberg. Outro pesquisador

chamado Vernon Mountcastle também realizou algumas pesquisas sobre o tema, na qual foi observado que a atenção fixa a estímulos visuais levava ao aumento da taxa de neurônios parietais (GAZZANIGA, 2006, p. 304). Estudos em animais, mais especificamente pesquisas utilizando macacos, também foi evidenciado que a taxa de disparos no lobo parietal também é aumentada quando o mesmo direciona sua atenção para objetos específicos do campo visual. Cada neurônio parietal dispara quando um estímulo visual entra no seu campo receptivo, pois a força da resposta do neurônio depende de o macaco estar prestando atenção ao estímulo (KANDEL ET. AL, 2014, p. 352).

Como a atenção não se remete somente a estímulos externos, mas também a processos internos, como por exemplo os pensamentos e a execução de tarefas, Kandel et al (2014) destaca que Michael Posner e colaboradores confirmaram que além do lobo parietal ter sua importância nos mecanismos da atenção, regiões dos lobos frontal contribuem também para o controle da atenção. O lobo frontal é a área do córtex onde acontece o planejamento de ações e movimento, bem como, o pensamento abstrato. O córtex pré-frontal, localizado no lobo frontal, está diretamente envolvido nas funções executivas e memória de trabalho. Sternberg (2000) conceitua memória de trabalho como uma rede temporária para sustentar os conteúdos correntes do processamento. Este tipo de memória manipula o foco da atenção, mas especificamente a atenção seletiva, enquanto executa as tarefas cognitivas. Gazzaniga (2006) complementa que um comportamento orientado para um objetivo requer a seleção da informação relevante à tarefa, esse processo de seleção é uma característica fundamental de tarefas associadas ao córtex pré-frontal. Em síntese evidencia-se que o córtex pré-frontal além de se utilizar da memória de trabalho nas execuções das tarefas, também faz uso de mecanismos inibitórios para destacar as informações que são relevantes, ignorando-as as demais informações tidas como irrelevantes para a execução de uma determinada tarefa. Em um trabalho em conjunto com as funções executivas no desenvolvimento das tarefas que exigem um controle e planejamento de ações o córtex pré-frontal seleciona as informações mais relevantes para atingir as demandas de uma determinada tarefa.

Destacada as suas importâncias, lesões no lobo parietal humano, bem como destaca Gazzaniga (2006), que uma disfunção do lobo frontal pode acarretar na perda

do controle inibitório, ambos são fatores que podem levar o indivíduo a apresentar déficits na atenção. Alguns sintomas são apresentados na sequência.

2.1.4 Sintomas da Desatenção e suas Implicações para a Aprendizagem

A aprendizagem é um processo que acompanha o homem em sua existência. Se inicia com o nascimento e se estende até a morte, e neste processo evolutivo, o ser humano está sempre aprendendo. E no processo de aprender, a atenção tem um fator primordial, tida como um pré-requisito, sendo que a desatenção coloca diretamente em risco o desempenho escolar do aluno.

Os sintomas da desatenção podem ser notados desde cedo na vida da criança, mas como ainda descrito na seção do desenvolvimento da atenção, em que se destaca que a atenção das crianças é fortemente regulada pelo ambiente, faz com que os pais achem que a desatenção é característica da idade em que a criança se encontra. Durante o processo escolar, a criança necessita focar mais a sua atenção durante as aulas, para que possa aprender de forma consciente, pois a desatenção é um grande desafio tanto para os professores como para a criança que poderá ter dificuldades em seu processo de aprendizado. Dentre os principais sintomas observados em uma criança em idade escolar considerada desatenta, Benczik (2000) destaca:

- Não presta muita atenção a detalhes, como por exemplo na escola, não copia da lousa uma frase completa, não acentua palavras corretamente, não pinga o "i" e não corta a letra "t".
- Ao fazer contas de adição faz de subtração, não por que não sabia, mas porque não prestou atenção no sinal.
- Pode apresentar o trabalho escolar confuso e desorganizado. Pula folhas em branco.
- Os materiais escolares como canetas, lápis, borracha ficam sempre desorganizados, são manuseados com descuido, ou se perdem ou se danificam.
- Evitam atividades que envolvam atenção, como leitura ou brincadeiras com jogos de tabuleiro (dama, xadrez), pois considera difícil persistir em uma mesma tarefa até o seu término.
- Também apresenta frequentes mudanças de uma atividade inacabada para outras tarefas.
- Evitam atividades de esforço mental constante, tido como desagradáveis.
- Evitam atividades que exijam organização e concentração. Parecem ter preguiça mental.
- Distraem-se facilmente com estímulos sem importância e interrompem suas atividades para dar tempo aos barulhos e ruídos alheios, que são facilmente

ignorados por outras crianças. Por exemplo, a buzina de um carro, uma conversa ou barulho no fundo da classe.

- Tendem-se a esquecer coisas nas atividades diárias, por exemplo esquecem de levar o lanche, o material necessário.

- Nas situações sociais, a desatenção é marcada por frequente mudanças de assunto, falta de atenção sobre o que os outros dizem (BENCZIK 2000, p. 60).

Dentre os sintomas elencados pela autora, é fácil perceber a presença de vários sintomas em crianças no ambiente escolar, principalmente quando o professor propõe atividades em que tirem o aluno da sua zona de conforto e que o mesmo precise pensar e se concentrar apenas na atividade, como por exemplo a leitura de um texto, na qual precise estar atento aos detalhes propostos pelo autor, ou a mensagem que não está facilmente localizada no texto, que se encontra nas entrelinhas. Muitos desses alunos com os sintomas relacionados tendem a desistir facilmente da realização das atividades que necessitam de atenção, tomando-as como difíceis e justificam que não conseguem aprender, caso que ocorre, muitas vezes, nas disciplinas de matemática e física, elencadas como disciplinas difíceis por uma parcela significativa dos alunos.

Consenza (2011) ressalta que para o campo da educação o professor precisa ter ciência de que o cérebro é um dispositivo aperfeiçoado pela natureza ao longo de milhares de anos de evolução, com a finalidade de detectar no ambiente os estímulos que sejam importantes. Portanto, o cérebro tem uma motivação intrínseca para aprender, mas só está disposto para aprender o que de fato é significativo. Diante disto é preciso o professor antes de repassar o conteúdo na busca da aprendizagem dos alunos, capture a atenção do aluno, de forma que ressalte ao mesmo a importância de aprender tal conteúdo, fazendo com que tenham a consciência da importância do estudo e de como o seu aprendizado poderá ser utilizado posteriormente. De maneira geral, os alunos darão mais atenção ao conteúdo da aula, caso percebam a sua importância, ou seja, a aplicabilidade no seu dia a dia. Em resumo, que seja significativo. O professor, enquanto isso, deve pensar em estratégias de ensino para fazer com que o conteúdo tenha significado aos alunos, para isso, pode ser utilizado exemplos contextualizados com o perfil do aluno ou ambiente em que está inserido. Consenza (2011) destaca que a utilização de ambientes agradáveis ao aluno e que minimizem os elementos distraidores é essencial para o processo na captura da atenção. Corroborando com a ideia de Benczik (2000), o fato de reduzir a presença

dos estímulos em uma sala de aula pode contribuir para uma maior produtividade, facilitando muito a aprendizagem dos alunos com desatenção. Com relação ao tempo da aula os autores mencionados acima, sugerem que se a mesma for extensa, é necessário pequenas pausas visando um descanso dos circuitos específicos que são responsáveis pelo foco atencional.

Uma das funções do professor é acompanhar a aprendizagem dos alunos e prover meios para que ela aconteça para todos e quando não acontece é preciso investigar os motivos, onde um deles pode ser a falta de atenção, nestes casos o professor deve identificar o estilo de aprendizagem destes alunos tidos com dificuldades de aprendizagem por falta da utilização da atenção seletiva durante as aulas e aplicar uma metodologia de ensino de forma mais individualizada, promovendo atividades que contribuam para a recuperação da aprendizagem dos sujeitos.

2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Para ensinar é preciso entender como o indivíduo aprende. Aprender é um processo complexo, não implica somente no fato do aluno receber as informações. Existem várias teorias de aprendizagem que tentam explicar como o indivíduo aprende, algumas destas teorias com ideias convergentes, ora outras divergentes. Dentre estas teorias de aprendizagem, David Ausubel (2000), preocupa-se em abordar a teoria da aprendizagem cognitiva, que propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, o autor é o criador da teoria da aprendizagem significativa, teoria que será abordada neste capítulo.

2.2.1 Considerações Iniciais

Antes de começar a falar sobre a teoria, será abordado o conceito de “significativo”. Segundo o dicionário de língua portuguesa Houaiss (2017) significativo é aquilo que se exprime com clareza; expressivo; que contem revelação importante; considerável, grande; que que tem significação. Trazendo este conceito para o campo da educação, o conceito de “entendido com clareza” é o que o professor espera do aluno ao término de uma explicação, que ele possa ter entendido com clareza o

conteúdo exposto na aula. Por outro prisma, o “algo relevante” é a expectativa do aluno, um conteúdo que considere útil em algum momento da sua vida. Para Ausubel *apud* Moreira (1982), uma situação é significativa quando indivíduo decide de forma ativa, por meio da ampliação e aprofundamento da consciência. É a consciência que atribui significado aos objetos e situações, determinando que é ou não relevante. A consciência pode sofrer alterações com o tempo e um dos fatores que contribuem para isso é a experiência e a interação com o meio.

A concepção cognitivista considera a aprendizagem como um processo de armazenamento da informação, que são incorporados a uma estrutura do cérebro do indivíduo denominada “estrutura cognitiva”, de modo que está possa ser acessada no futuro. Em suma, é a habilidade de organização das informações. A aprendizagem significativa ocorre quando:

Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem dessa forma, como um ponto de ancoragem para novas ideias e conceitos (MOREIRA, 1982, p. 04).

Neste sentido, o aspecto relevante da aprendizagem significativa é quando a aquisição de novos significados pressupõe a existência de conceitos na estrutura cognitiva do indivíduo. Corroborando com a base da teoria da aprendizagem significativa, Coll (2004) defende que ensinar o aluno sem levar em conta o que ele já sabe é um esforço em vão, sendo preciso então valorizar os conhecimentos prévios do aluno, aquilo que ele já sabe. Ausubel *apud* Moreira (1982) destaca que existem dois tipos de aprendizagem: a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa. A aprendizagem mecânica se caracteriza pelo fator da aquisição de informações com pouca ou nenhuma interação com os conceitos existentes na estrutura cognitiva. Por exemplo, o professor vai lecionar uma aula totalmente expositiva sobre o conteúdo de Movimento Retilíneo Uniforme da Física, para alunos do ensino fundamental que não tiveram nada de conteúdo semelhante. Os alunos irão aprender de forma mecânica, guardando as informações em sua estrutura cognitiva, mas não se relacionando com outros conteúdos semelhantes. Ausubel (2000) diz que do ponto de vista cognitivo é ineficiente lidar com conteúdo isolados, sem a ligação com conceitos, criando assim a aquisição de ideias abstratas.

A aprendizagem significativa, para Ausubel (1982 *apud* Moreira, 2012), ocorre quando uma nova informação ancora-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. No caso do exemplo mencionado acima, o professor primeiramente deve conhecer o público alvo, quais são os alunos, quais as suas experiências sobre o assunto da aula, quais exemplos utilizar, pensando sempre de quais formas articular o novo conteúdo com o conhecimento prévio do aluno. Nem sempre, em todas as áreas do conhecimento e com alguns grupos de indivíduos, isso será possível. Para tal situação, Ausubel (2000) propõe a utilização de um uma estrutura chamada de organizadores prévios, que visam manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa.

Os organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido. O objetivo do organizador prévio é servir como uma ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o conteúdo possa ser aprendido de forma significativa (MOREIRA, 2012, p. 12).

Os organizadores prévios são uma proposta de explorar o que o aluno já sabe com o conteúdo que será exposto ao mesmo, com o objetivo de situar o aluno sobre o tema, buscando alcançar a aprendizagem significativa. Ausubel (2000), ainda destaca que os organizadores prévios são um mecanismo pedagógico que ajuda a estabelecer uma ligação entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que precisa saber. Estes organizadores podem ser utilizados pelo professor principalmente quando o conteúdo da aula é tido como difícil pelos alunos, no qual não há ideias/conceitos suficientes para servirem como âncoras. O organizador prévio manipula a estrutura cognitiva do aprendiz a fim de facilitar sua aprendizagem sobre um domínio que pode ser completamente desconhecido, sendo estes organizadores apresentados antes do próprio conteúdo a ser assimilado. Mas, ainda, é possível o professor se deparar com um conteúdo totalmente não familiar para o aluno. Neste caso, Ausubel *apud* Moreira (2012) sugere a utilização de um organizador expositivo, formulado em termos daquilo que o aprendiz já sabe em outras áreas de conhecimento, devendo ser usado para suprir a falta de conceitos, ideias ou proposições relevantes à aprendizagem desse material e servir de ponto de ancoragem inicial. Já no caso da aprendizagem de material relativamente familiar, Ausubel *apud* Moreira (2012) sugere um organizador comparativo que deve ser usado

para integrar e discriminar as novas informações e conceitos, ideias ou proposições, basicamente similares, já existentes na estrutura cognitiva. De forma resumida, um organizador prévio é definido por Ausubel (2000) como uma “ponte cognitiva”, utilizado como uma estratégia para facilitar a aprendizagem significativa.

2.2.2 Condições Essenciais para a Aprendizagem Significativa

Para que a aprendizagem significativa ocorra Ausubel (2000) destaca 3 condições:

1ª - é preciso que as ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto relevante da sua estrutura de conhecimento.

2ª - é preciso também que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, se não for, é necessário utilizar a estratégia dos organizadores prévios.

3ª - o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira subjetiva e não arbitrária a sua estrutura cognitiva, ou seja, que o aprendiz tenha a vontade de aprender, o ensino não é a única condição necessária para o aluno aprender. Em outras palavras ninguém ensina ninguém é o sujeito que aprende.

Para verificar se a aprendizagem significativa aconteceu com os alunos, Ausubel (2000) destaca alguns mecanismos. Um deles é a resolução de problemas que, se bem elaborado, tem a capacidade de verificar não somente se o aluno memorizou, mas se compreendeu o problema. A aplicação das informações é uma das avaliações que podem comprovar se de fato a aprendizagem aconteceu. Diante disto, ressalta-se a importância de momentos que façam com que os alunos possam aplicar suas informações com o objetivo de ter indicativos se houve ou não a aprendizagem.

O ato de aprender acompanha o ser humano desde o seu nascimento até a sua morte, estamos sempre aprendendo e reaprendendo. Moreira (1982) diz que tanto Piaget quanto Ausubel concordam que o desenvolvimento cognitivo é um processo dinâmico e que a estrutura cognitiva está sendo constantemente modificada pelas experiências. O mesmo autor, ainda questiona como poderia o homem se situar no mundo se não organizasse as suas experiências? As experiências são o resultado da aplicação do conhecimento, influenciando diretamente a consciência que nos faz decidir como agir e nos faz situar no mundo.

2.3 ROBÓTICA

Quando se fala em robótica, muitas pessoas voltam seus pensamentos sobre aspectos inovadores, muitas vezes, vistos em filmes futuristas, na qual os protagonistas são robôs humanoides que fazem tarefas impressionantes que até então eram inimagináveis. Mas na verdade, a robótica embora seja compreendida, por várias pessoas, como “coisa” de filme de ficção, ela está presente a cada dia de forma mais significativa em nossos objetos de consumo, como por exemplo na geladeira ou quando se aciona o freio ABS do carro, quando utiliza-se a máquina de lavar roupas, quando usa-se o aparelho celular e entre outros.

Buscando o conceito das palavras robótica e robôs foram encontrados as seguintes definições:

- “Robótica é um conjunto dos estudos e das técnicas tendentes a conceber sistemas capazes de substituírem o homem em suas funções motoras, sensoriais e intelectuais” (PRIBERAM, 2017).
- “Robô é um sistema autônomo que existe no mundo, pode sentir o seu ambiente e pode agir sobre ele para alcançar alguns objetivos” (MATARIĆ, 2014, p. 19).
- “Robô é um manipulador reprogramável e multifuncional projetado para mover materiais, partes, ferramentas ou dispositivos especializados através de movimentos variáveis, programados para desempenhar uma variedade de tarefas”. (R.I.A²)

Em seus estudos, Silva (2009) destaca que a palavra robô teve origem da palavra Tcheca “*Robota*”, que significa trabalho forçado ou escravo”. Escrig (2014) complementa que:

El origen de la palabra robot proviene de la obra teatral de 1921 *Rossum's Universal Robots* del checo Karel Papek, daonde unas criaturas artificiales se rebelan contra sus dueños. Este término, que em chego significa serviente (ESCRIG, 2014, p. 186).

² R.I.A - Robotic Industries Association. Fonte: <http://www.robotics.org>

Analisando os conceitos apresentados e a origem da palavra, fica evidenciado que o grande objetivo da robótica é a criação de robôs ou sistemas que de alguma forma possam auxiliar o homem de alguma maneira. Fato esse que já acompanha o homem por vários séculos e nesta perspectiva pode-se constatar através da história que a robótica não é algo tão recente, alguns instrumentos comprovam conforme exemplifica o quadro 1:

Quadro 1 - Instrumentos científicos criados para auxiliar o homem

| | |
|---|---|
| Máquina de Antikythera³ | Considerado como o primeiro computador analógico, desenvolvido na Grécia antiga cerca de 212 a.C com o objetivo de auxiliar o homem a prever posições astronômicas e eclipses como função de calendário e astrologia. |
| La Pascoaline | É considerada a primeira calculadora mecânica, criada por Blaise Pascal no ano de 1642 para ajudar o homem na realização de cálculos. |
| A Máquina diferencial | Criada por Charles Babbage em 1822 foi a primeira tentativa de se criar uma máquina computacional para automatizar processos. |
| Eniac | Criado no ano de 1946 tido como o primeiro computador eletrônico da história, qual foi projetado pelo governo norte americano para realizar cálculos balísticos durante a 2ª guerra mundial. |
| Elektro⁴ | Robô humanoide fabricado pela Westinghouse nos anos 30, exibido no World's Fair de 1940. Podia caminhar por |

³ Informações sobre a Máquina de Antikythera retiradas do Livro El Reloj Milagroso y otras historias científicas sobre Robótica, atómica y máquinas prodigiosas – Escrig (2014).

⁴ Informações extraídas do vídeo “Electro the Smoking Robot at the 1939 New York World's Fair” – disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=AuyTRbj8QSA>>

| | |
|--|---|
| | comando de voz, falar perto de 700 palavras, fumar cigarros, explodir balões e movimentar seus braços e pernas. |
|--|---|

FONTE: Elaborado a partir de informações de Escrig (2014).

Acima listados alguns equipamentos criados pelo homem na tentativa de facilitar ou substituir o seu trabalho e que se for analisado dentro dos conceitos apresentados sobre o termo robótica, pode sim, ser considerados como instrumentos denominados robôs.

O termo “robótica” foi utilizado pela primeira vez de forma científica em 1941 por Isaac Asimov (SILVA, 2009; ESCRIG, 2014). Só a partir desta data o termo passou a ser utilizado pela comunidade científica. Com o decorrer dos anos a robótica evoluiu a forma de criar máquinas que de fato possam substituir o homem em algumas tarefas, para isso foi preciso dotar essas máquinas de inteligência, começa então a ser empregado com mais ênfase o termo “Inteligência Artificial”. Segundo Fernandes (2005) a palavra inteligência vem do latim *Inter* (entre) e *legere* (escolher), significando, portanto, a capacidade de o ser humano escolher entre uma coisa e outra. A autora ainda ressalta que a palavra artificial, do latim *artificiale*, significa algo não natural. Logo, inteligência artificial é um tipo de inteligência produzido pelo homem com o objetivo de inserir na máquina para que a mesma simule a inteligência humana. Diante disso, começou-se o desafio de criar robôs que possuíssem em sua estrutura a inteligência artificial para que pudessem ser utilizados de forma mais eficiente pela sociedade, robôs autônomos, que auxiliassem ou até mesmo substituísse o homem em tarefas que envolvam risco a sua saúde.

Um dos setores que melhor se aproveitou da construção de máquinas dotadas com inteligência com o objetivo de substituir o trabalho do homem foi a indústria, fato este que contribuiu para a Revolução Industrial, que tem como marco a automação de atividades repetitivas realizadas até então pelos homens. Aos poucos a substituição do homem pelas máquinas foi se expandindo e ganhando cada vez mais espaços nas indústrias, sendo considerado como tendo um custo muito mais baixo se comparado com um operário e além de ser em algumas tarefas mais eficiente. Botelho (1996) destaca que a inserção dos robôs na indústria possui três vantagens principais, que são: melhoria na qualidade do trabalho, aumento de produtividade e redução de

acidentes envolvendo humanos. Dentro dessas vantagens no quesito redução de acidentes envolvendo humanos, vale destacar a presença dos robôs antibombas. Os robôs também estão presentes em terrenos de difícil acesso ao homem. É o caso da utilização do robô “Spirit” da NASA, usado para a exploração da superfície do planeta Marte.

Na medicina a utilização da robótica vem crescendo rapidamente também, quem acreditaria, anos atrás, que uma operação de risco, que exige máxima precisão, poderia ser realizada por meio de um robô. Um dos vários modelos disponíveis no mundo já está em utilização em um hospital de São Paulo, trata-se do *Da Vinci* ilustrado na figura 2, que realiza várias operações em cavidades pequenas que exigem um alto nível de precisão. Segundo dados do hospital, o mesmo é pioneiro no Brasil na utilização deste equipamento.

Figura 2 - Robô Cirúrgico “Da Vinci”



FONTE: Extraído da matéria de um site de notícias. Endereço eletrônico disponível em: http://www.gazetadopovo.com.br/ra/mega/Pub/GP/p3/2011/02/07/Saude/Imagens/Robo_Da_Vinci_1_-.jpg, (2018)

Embora uma máquina possa utilizar conceitos da robótica, Matarić (2014, p. 27), destaca que, para ser considerada um robô, é preciso que contenha as seguintes características:

- Um corpo físico: para que possa existir e trabalhar no mundo físico

- Sensores: para que possa sentir/perceber o ambiente
- Efetuadores e atuadores: para que possa executar ações
- Controlador: para que possa ser autônomo.

O autor entende que a principal diferença entre uma máquina e um robô é que o robô deve ter a capacidade de sentir o mundo ao seu redor e se adaptar ao ambiente, tomando as decisões de forma autônoma e analisando as informações recebidas por meio de seus sensores. As decisões tomadas de forma autônoma por um robô são realizadas por um componente chamado controlador, que é o cérebro do robô. Este tem como característica o fato de que pode ser programado e reprogramado quantas vezes forem necessárias. Esta programação é que determina o que o robô irá ou não fazer, ou seja, as decisões que irá tomar de forma a cumprir a sua tarefa. A programação do controlador é realizada pela inserção de códigos no controlador, geralmente definidos em um algoritmo por meio de um conjunto de regras, escritos em uma linguagem de programação e após interpretado pelo controlador. Para exemplificar melhor o funcionamento de um robô conforme as características essenciais listadas anteriormente, pode-se imaginar um robô aspirador de pó. Esse robô foi programado para limpar os ambientes de uma casa que poderão estar sujos, ou seja, a sujeira no ambiente passa a ser uma condição, cabendo ao programador definir as regras para que o aspirador só ligue o motor (atuador) quando encontrar sujeira; caso contrário, permanecerá desligado. O que decidirá por onde o robô se locomoverá e quando o motor de aspiração irá ser ligado ou desligado é o controlador, programado então por meio de regras. O controlador tomará decisões através das entradas recebidas, ou seja, o motor de aspiração será ligado quando for encontrado alguma sujeira. Este processo de encontrar a sujeira é realizado por um componente denominado de sensores, os quais fazem o robô “sentir” o ambiente.

A visão das pessoas sobre o avanço da robótica é dividida entre os que ficam deslumbrados de como um robô consegue realizar algo de forma rápida com precisão; e as que ficam com receio de até onde toda essa evolução poderá chegar. Diante do fato de que a criação de robôs não interfira na integridade humana, Asimov *apud* Romano (2002) criou as leis primárias da robótica, as quais “deveriam” regular a criação dos robôs:

1. Um robô não pode fazer mal a um ser humano e nem, por omissão, permitir que algum mal lhe aconteça.

2. Um robô deve obedecer às ordens dos seres humanos, exceto quando estas contrariarem a Primeira lei.
3. Um robô deve proteger a sua integridade física, desde que, com isto, não contrarie a Primeira e a Segunda leis (ROMANO, 2002, p. 02).

No passado, a robótica era vista como privilégio de países desenvolvidos, mas a queda dos preços alavancou seu crescimento e a sua utilização está cada vez mais presente em vários setores da sociedade que vão desde as máquinas presentes na indústria até os nossos objetos de consumo, tais como o celular. A robótica pode ser considerada uma ciência interdisciplinar, pois engloba conteúdos de várias áreas, entre elas a física, a matemática, a eletrônica, a computação, etc. Essas características permitiram também o aproveitamento no campo da educação, como uma nova ferramenta de apoio ao ensino, surgindo assim o termo Robótica Educacional.

2.4 ROBÓTICA EDUCACIONAL

A robótica pode ser trabalhada de forma interdisciplinar, este fato fez a tecnologia ganhar espaço e permitir essa utilização nas escolas com cunho pedagógico, surgindo-se assim o termo robótica educacional ou robótica pedagógica.

O dicionário interativo da educação Brasileira define Robótica Educacional como:

...ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou *kits* de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares que permitam programar de alguma forma o funcionamento dos modelos montados. Em ambientes de robótica educacional, os sujeitos constroem sistemas compostos por modelos e programas que os controlam para que eles funcionem de uma determinada forma (MENEZES, 2015).

A utilização da Robótica Educacional constitui um rico ambiente de aprendizagem, buscando oferecer aos alunos uma nova ferramenta tecnológica, que possibilite o aluno interagir com a mesma, auxiliando no seu processo de aprendizagem. Maisonnette (2002), ainda complementa que sua utilização garante aos participantes a vivência de experiências semelhantes às que realizarão na vida real e oferece oportunidades para propor e solucionar problemas difíceis mais do que observar formas de solução. A robótica utilizada de forma pedagógica traz em seu

bojo apoio ao professor para substituir o modelo tradicional de ensino que por algumas vezes, coloca o aluno como um mero receptor de informações. Nas aulas de robótica, o aluno é instigado a ser o protagonista do seu processo de aprendizagem, pois ele precisa sair de sua zona de conforto. A todo momento é estimulado a observar e criar soluções para os problemas propostos nas atividades, fazendo com que construa seu conhecimento, pois como ressalta Moran (2000), o conhecimento não se passa, se constrói.

Uma das teorias de aprendizagem que dá embasamento epistemológico ao uso da Robótica Educacional é o Construcionismo, proposto pelo pesquisador Seymour Papert. Sua teoria foi fundada com base no Construtivismo de Piaget. Papert (1994) enfatiza que a criança é um “ser pensante” e construtora de suas próprias estruturas cognitivas, permitindo o seu aprendizado sem a necessidade direta de alguma forma de ensino. Papert (1986), via a necessidade de criar um ambiente escolar onde as práticas propostas pelo Construtivismo fossem de fato implantados a fim de que os alunos se tornassem mais ativos no processo de ensino. O autor criticava os ambientes escolares convencionais como passivos e dominados pelo ensino. O Construcionismo fundamenta-se na construção do conhecimento mediante a interação do aluno e alguma ferramenta, como o computador, por exemplo.

Segundo o Construcionismo, o processo de aprendizagem ocorre de forma mais significativa quando o aluno tem a possibilidade de aprender fazendo por meio de um objeto ou ação concreta, tendo o contato físico na forma de um produto. Segundo a teoria do Construcionismo, Papert (1994) diz que o aluno é o responsável pela construção da sua aprendizagem, tendo a possibilidade de refletir sobre o que faz – buscando possíveis soluções para resolver os problemas. O autor ainda complementa que, o computador poderá assumir o lugar de aprendiz, deixando para o aluno o lugar de professor. Assim, esse fator contribui para que o aluno possa aprender com seus próprios ensinamentos e descobertas, tornando assim a sua aprendizagem mais significativa.

Papert é considerado um dos pioneiros da Robótica Educacional. Na década de 60, ele e seu grupo de pesquisadores do MIT propuseram a criação de uma linguagem denominado LOGO, que segundo Valente (1995), se caracteriza como uma linguagem de programação voltada para a educação, que possibilita a criança dar instruções ao computador para que ele execute as ações determinadas por ela.

Nesta perspectiva a linguagem LOGO coloca o aluno como ativo no processo de aprendizagem, é ele que deve controlar via instruções a “tartaruga”, animal símbolo proposto na 1ª versão desta linguagem. A figura 3 ilustra o primeiro robô controlado pela Linguagem LOGO.

Figura 3- 1ª versão da tartaruga física controlada pela linguagem LOGO



FONTE: Extraído de: <<http://research.roamer-educational-robot.com/files/2014/12/Early-Turtle.png>> (2018)

A linguagem LOGO possibilita oportunizar ao aluno um ambiente desafiador e criativo, fazendo com que possa expressar uma resolução para um problema a partir de levantamento de hipóteses, analisar e refletir sobre seus acertos e erros, fazer novas tentativas, verificar seus conceitos e ideias e, assim construir novos conceitos (ALMEIDA, 2000). Em 1970 com a evolução e início da comercialização dos computadores, surgiram os LOGOs gráficos, que são softwares que podem ser instalados para a utilização da linguagem LOGO de maneira virtual, com isso está linguagem se tornou acessível e pode ser distribuída gratuitamente podendo ser utilizadas em várias escolas de todo o mundo.

2.4.1 Benefícios da Utilização da Robótica Educacional

A Robótica Educacional (RE) aborda o “aprender-fazendo” assim denominado por Seymour Papert, sua utilização propicia um ambiente dinâmico que coloca o aluno como ativo no processo de aprendizagem. Segundo o projeto educacional da EDACOM *apud* Ortalan (2003), o aluno que participa de um sistema de ensino, que usa a Robótica como ferramenta de aprendizagem, apresenta uma série de vantagens, tais como: Explorar a investigação e a exploração, o trabalho em equipe, resolver problemas e ter organização, entre outros.

Zilli (2004) destaca que os principais benefícios propiciados pela utilização da RE são:

- desenvolvimento do raciocínio e a lógica na construção de algoritmos e programas para controle de mecanismos.
- favorecimento a interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos das áreas como matemática e física.
- preparação do aluno para o trabalho em equipe.
- desenvolvimento da concentração.
- estimulação da criatividade.
- execução de habilidades para investigar e resolver problemas concretos.
- estimulação do hábito do trabalho organizado.

Silva (2009), em seus estudos concorda com a autora acima em alguns pontos e salienta que a utilização da Robótica Educacional tem como objetivos:

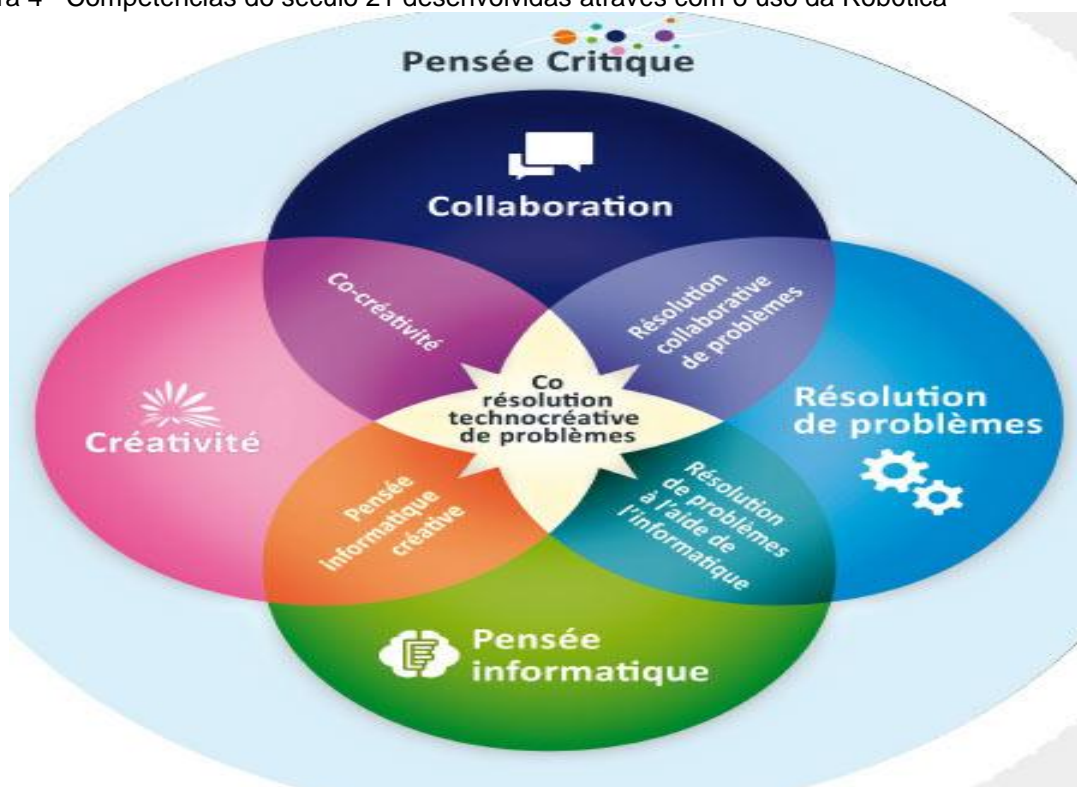
- desenvolver a autonomia, isto é, a capacidade de se posicionar, elaborar projetos pessoais, participar na tomada de decisões coletivas;
- desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo: respeito a opiniões dos outros;
- proporcionar o desenvolvimento de projetos utilizando conhecimento de diversas áreas;
- desenvolver a capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema;

- desenvolver habilidades e competências ligadas à lógica, noção espacial, pensamento matemático, trabalho em grupo, organização e planejamento de projetos envolvendo robôs;
- promover a interdisciplinaridade, favorecendo a integração de conceitos de diversas áreas, tais como: linguagem, matemática, física, ciências, história, geografia, artes, etc.

Ainda sobre os benefícios que a utilização da RE proporciona, Tortelli et al (2012) ressalta que a RE estimula a criatividade dos alunos devido a sua natureza dinâmica, interativa e até mesmo lúdica, além de servir como motivador para estimular o interesse dos alunos no ensino.

Scaradozzi et al (2015) relatam os resultados alcançados em um projeto denominado “Robótica nas Escolas”, que tem como objetivo introduzir aulas de robótica no currículo escolar para crianças do ensino fundamental. O projeto foi iniciado no Instituto “Istituto Comprensivo Largo Cocconi”, localizado na cidade de Roma – Itália. Segundo os autores, o projeto em outubro de 2012 recebeu o prêmio a “Meditação da Presidente da República”, um prêmio italiano que reconhece o projeto mais inovador do ano durante o evento de competição Global Junior Challenge. Dentre os principais resultados alcançados descritos, estão a aprendizagem por parte das crianças para desenvolver habilidades gerais necessárias em sua vida para o século XXI como o trabalho em equipe, pensamento crítico e a capacidade de enfrentar novos problemas. Ao discorrer sobre as habilidades gerais necessárias para o século XXI, Komis, Romero e Misirli (2016) enfatizam que a fim de sustentar o desenvolvimento de tais competências, a utilização da Robótica Educacional tem a possibilidade de: desenvolver o pensamento crítico, ajudar na resolução de problemas, e estimular a criatividade, executar a comunicação, motivar a colaboração, despertar a curiosidade, trabalhar a iniciativa, persistência, adaptabilidade, liderança e consciência social. As autoras utilizam a arte disposta na figura 4 para ilustrar as competências que podem ser desenvolvidas a partir da utilização da Robótica Educacional.

Figura 4 - Competências do século 21 desenvolvidas através com o uso da Robótica



FONTE: KOMIS, ROMERO E MISIRLI, 2016.

Embora a utilização da RE tenha o potencial de proporcionar todas essas vantagens/benefícios abordados nos parágrafos anteriores, ela não deve ser vista com a solução para os problemas do sistema de ensino, pois ainda é uma área em desenvolvimento no Brasil e os seus benefícios precisam ser analisados com amplitude. Gaudiello e Zibetti (2013), em seu artigo “La robotique éducationnelle: état des lieux et perspectives” fazem uma análise crítica com base em uma revisão sistemática de literatura em trabalhos que envolvem a discussão sobre as perspectivas e desafios relacionados a utilização de robôs educacionais a serviço da aprendizagem. As autoras destacam que entre as principais expectativas proporcionadas pela utilização da Robótica Educacional são a transferência de habilidades para a resolução de problemas e a prática que visa promover o desenvolvimento da metacognição, quando esta abordagem é aplicada em termos de pensamento computacional. Gaudiello e Zibetti (2013) enfatizam, ainda, em sua síntese crítica que, para que de fato a utilização da robótica em âmbito escolar possa contribuir para essas competências requer uma mudança significativa no papel dos professores e alunos, sendo que o professor, nas palavras dos autores, desista de ter

papel como distribuidor incontestável de conhecimento "pronto" e os alunos precisam ser colocados como o coração, no processo de aprendizagem consciente. Ainda, os autores apontam que, muitas vezes, as escolas utilizam a Robótica Educacional como um "Remédio" quanto o interesse no conteúdo da educação. O que significa a implantação sem um objetivo definido ou sem entender quais os potenciais que podem ser desenvolvidos com a sua utilização.

Complementando, Alimisis (2013), em seu artigo "Educational robotics: Open questions and new challenges" destaca que embora a Robótica Educacional apresente um forte potencial para contribuir no processo de aprendizagem e desenvolvimento de algumas habilidades como o trabalho em equipe, raciocínio lógico na resolução de problemas, pensamento crítico e entre outros, há uma falta de critérios sistemáticos nas pesquisas que envolvem o tema. O autor destaca que grande maioria das pesquisas expõem resultados dependentes das percepções do professor ou do aluno em projetos isolados, e sugere que novas pesquisas abordem de forma quantitativa como a robótica pode aumentar as conquistas da aprendizagem nos alunos, realizando um acompanhamento sobre o impacto da utilização desta tecnologia na carreira profissional de um aluno que participou em projetos de robótica.

2.4.2 Tecnologias para se Trabalhar com a Robótica Educacional

2.4.2.1 Kits de Robótica Educacional

Para se trabalhar com a Robótica Educacional existem várias possibilidades. Há atualmente várias empresas que comercializam conjuntos de peças para o trabalho com a RE, os chamados *kits* de Robótica. Tais *kits* possuem linguagens próprias de programação ou utilizam as existentes no mercado, como as baseadas na linguagem Logo, Java ou C, por exemplo. Azevedo (2010, p. 27) enfatiza que a estrutura destes *kits* são formados basicamente por:

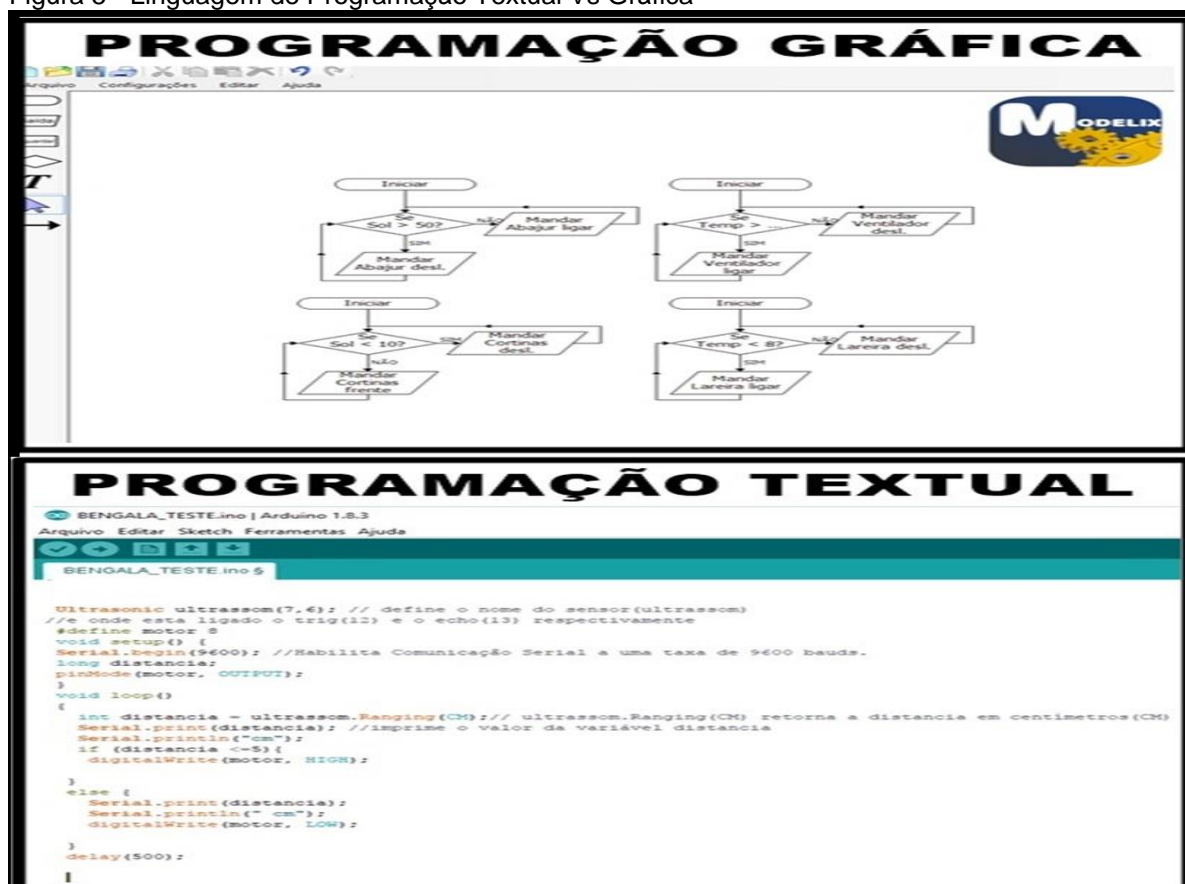
1- Hardware: é a parte física dos *kits*. Contém o controlador que fará o controle dos dispositivos; atuadores (motores DC, servo motores, etc.); sensores (toque, cor, movimento, temperatura, etc.) que levarão até o controlador as informações sobre o ambiente; estruturas (rodas, carcaças, peças em geral) que serão utilizadas na montagem da estrutura do robô.

2- Software: é o programa utilizado para definir as regras, uma vez enviado para o controlador servirá para controlar as ações do robô. Na programação em *kits* de robótica há basicamente 2 tipos de linguagens de programação:

- **Programação visual ou gráfica:** que é realizada de forma mais simplificada para o usuário, na qual o programa é construído arrastando e encaixando os componentes em uma estrutura.
- **Programação Textual:** Pode ser desenvolvida pelo fabricante do kit ou ser uma linguagem já amplamente utilizada, como por exemplo C, C++, Java, etc. Neste caso, as linhas da programação devem ser escritas respeitando a sintaxe da linguagem utilizada.

A figura 5 traz uma ilustração do comparativo entre a programação textual e visual:

Figura 5 - Linguagem de Programação Textual Vs Gráfica



FONTE: Elaborado pelo autor, 2018.

3- Documentação: Consiste na distribuição de manuais técnicos, manual do usuário e material de apoio pedagógico.

Abaixo serão apresentados em detalhes dois *kits* de Robótica Educacional comercializados, são eles: Lego Mindstorms e Modelix. A escolha por detalhar esses dois modelos levou em consideração os aspectos de serem os mais populares e possuírem documentação em português.

1- Lego Mindstorms

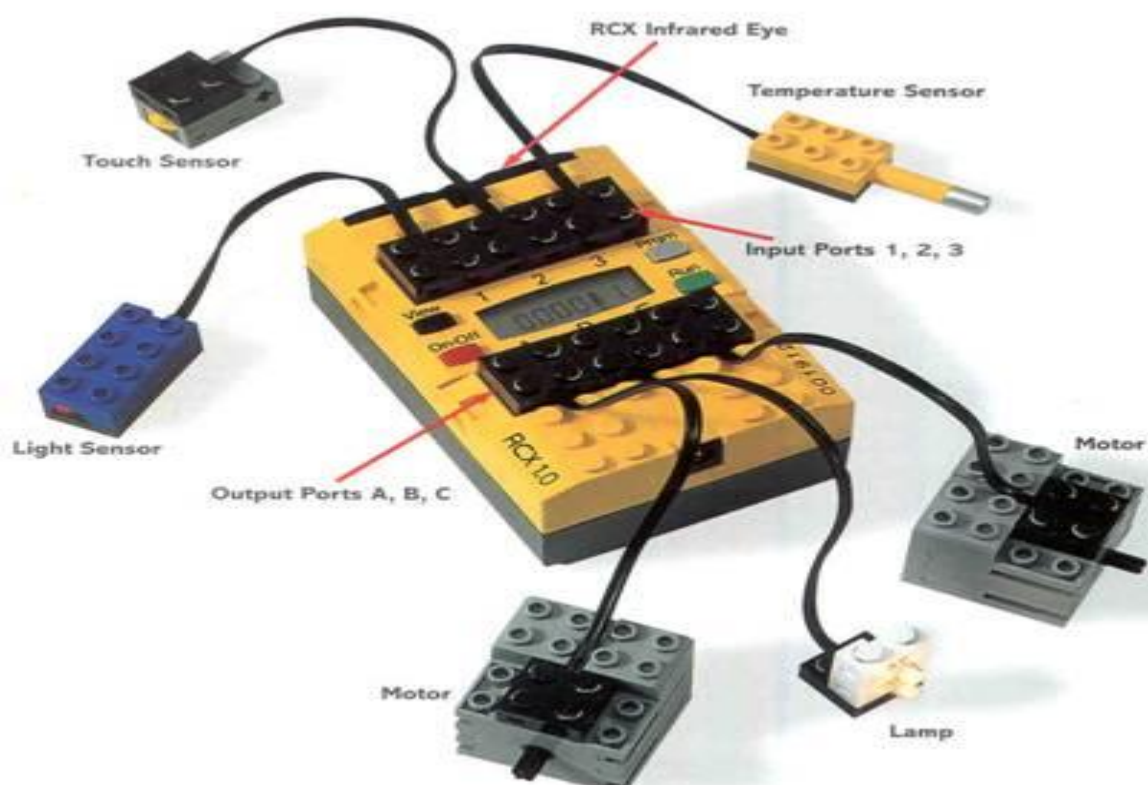
O kit Lego Mindstorms é conhecido mundialmente, é comercializado pela empresa dinamarquesa Lego®. Teve sua produção iniciada em 1998 e contém software e hardware que permitem a criação de robôs customizáveis e programados (LEGO, 2015).

No ano de 1998 a empresa comercializou a primeira versão do Lego utilizando o “tijolo programável”, nome dado pela empresa para o seu controlador RCX 1.0. Segundo o manual do usuário:

The RCX (Robotics Command System) is a programmable LEGO brick. It has Three sensor (input) ports, Three outputs ports, four buttons, na LCD display, and infrared transmitter. It also as a microprocessador to porcess programs, internal memory to store firmware and programs, and a built-in speaker to produce beeps and tones. (LEGO, 2000)

O controlador RCX ilustrado na figura 6, tem capacidade para 3 saídas apenas representadas pelas letras A, B e C, e 3 entradas para utilização dos sensores de toque, luz, rotação e temperatura conforme figura abaixo:

Figura 6 - Visão geral do RCX 1.0

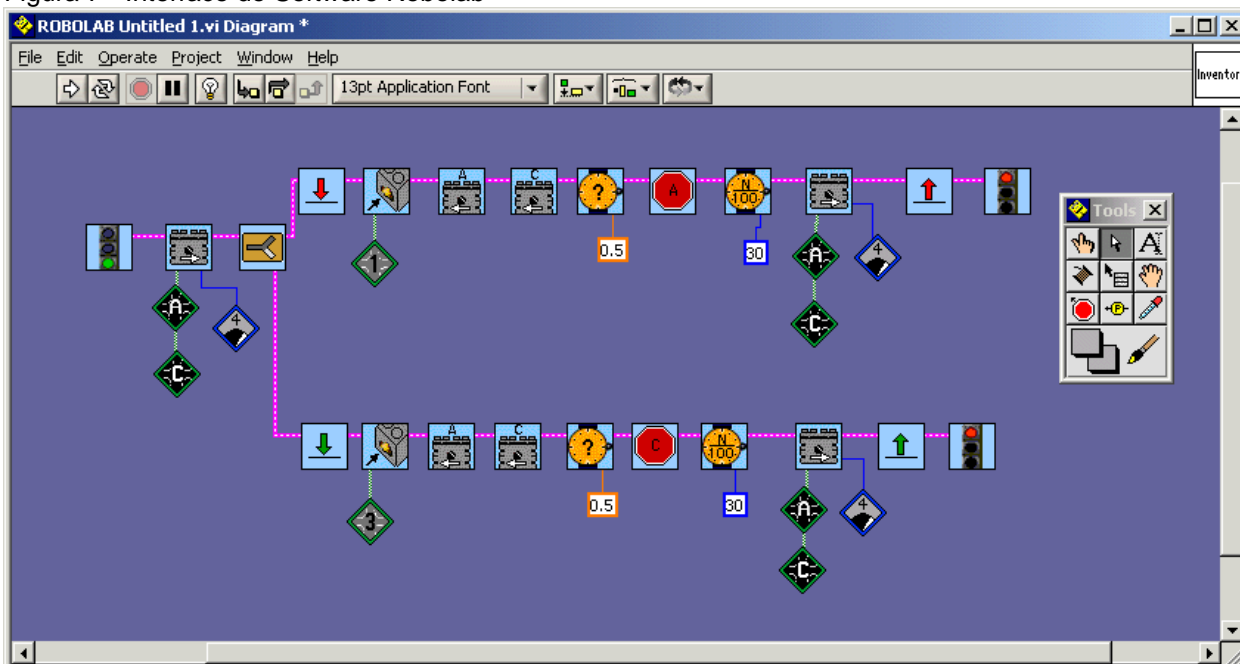


FONTE: Extraído do site: <http://asu-engineering.org/Lego/RoboLab_new.htm>, 2018

A memória interna do RCX tem a capacidade de armazenar até 5 programas. A programação é realizada por meio do Software *Robolab*, distribuído com um número de série único para os clientes que adquirem o produto. A programação no software *Robolab* (ilustrado na figura 7) é realizada de maneira gráfica, montando um ciclo de tarefas, arrastando para a área da programação os componentes utilizados na montagem física do robô, como motores, sensores e programando as suas tarefas como direção em que o motor irá girar, sua rotação, e tempo de atividade, entre outros. A programação segue uma lógica sequencial, ou seja, é preciso definir qual a sequência de tarefas que o robô irá realizar, podendo colocar essa sequência em *loop*⁵ ou não.

⁵ Loop é um termo técnico da área da informática utilizado para sinalizar uma repetição constante.

Figura 7 - Interface do Software Robolab



FONTE: Extraído do site: <http://web.ncf.ca/aa333/bumper.gif>, 2018

Após o desenvolvimento do diagrama que irá controlar as atividades do robô no software *Robolab*, o mesmo precisa ser transferido para o controlador RCX, para tal tarefa, o fabricante sugere a utilização de uma *Tower IR*. A torre é conectada via USB do computador onde foi instalado o software e transfere por infravermelho o programa codificado para o controlador RCX, conforme exemplifica a figura 8:

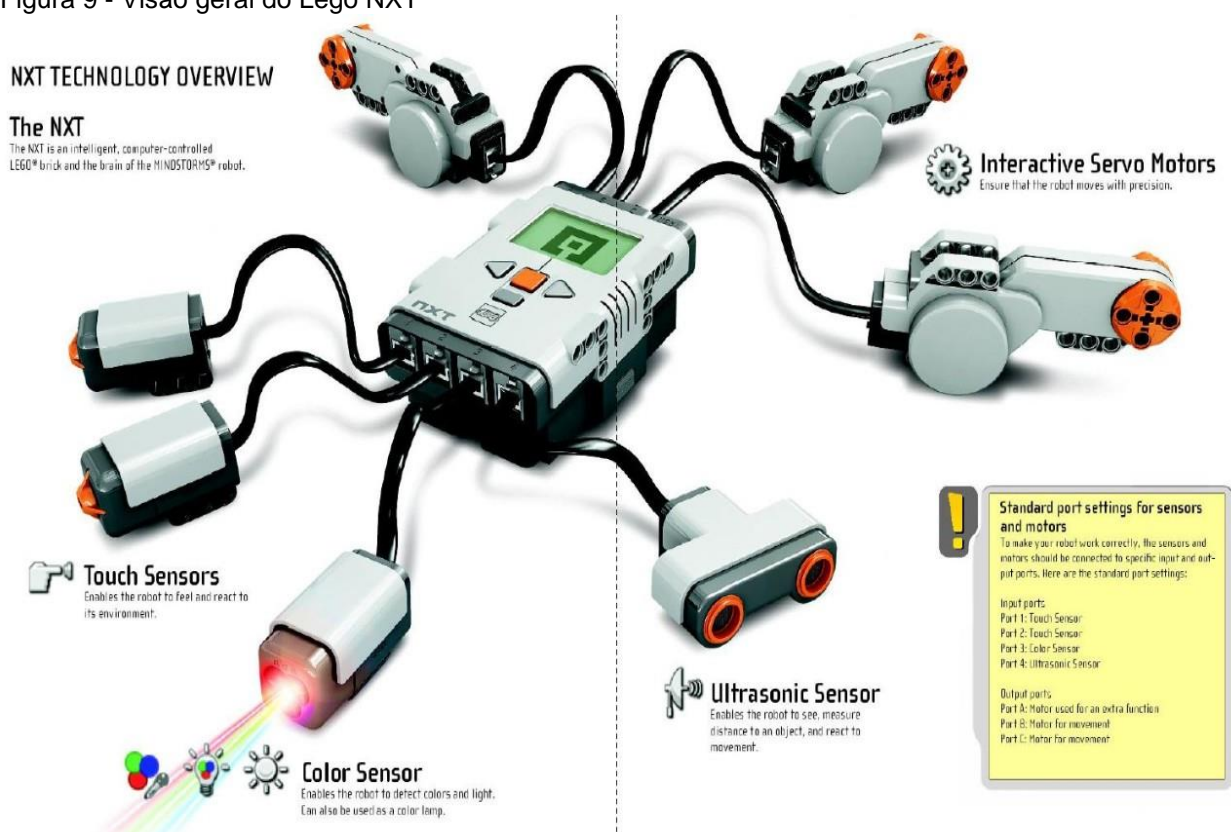
Figura 8 - Tower IR do Lego RCX 1.0



FONTE: LEGO, 2000.

No ano de 2006, a segunda versão começa a ser comercializada pela empresa Lego NXT. As principais mudanças foram: a) a inclusão de dois novos sensores, sensor de som e ultrassônico tendo a capacidade de medir distâncias de 1 a 250 centímetros; b) inclusão de mais uma porta de entrada; c) motores mais potentes; d) conexão via Bluetooth podendo controlar o robô via dispositivo móvel; e) substituição da alimentação para bateria recarregável anexada, a qual na versão anterior eram utilizadas pilhas AA de 1,5 Volts. A figura 9 mostra uma visão geral da versão Lego NXT:

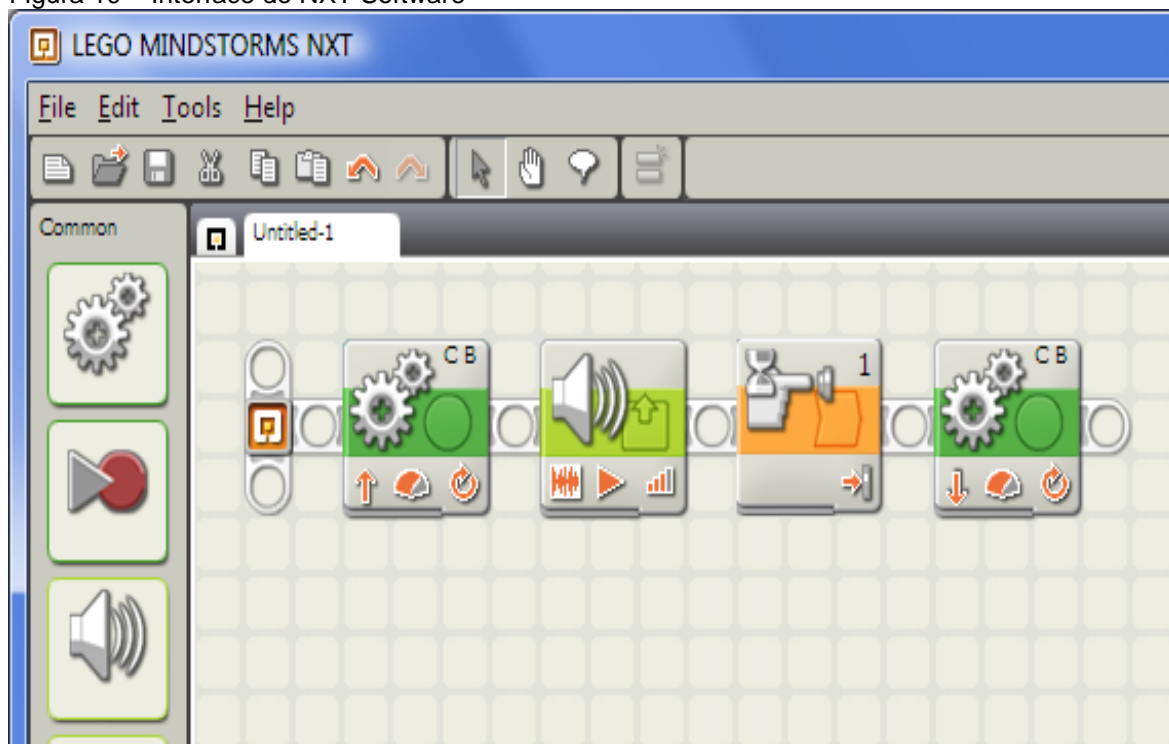
Figura 9 - Visão geral do Lego NXT



FONTE: LEGO, 2006

Além das mudanças mencionadas acima, a nova versão ganhou um controlador mais rápido na tomada de decisões (LEGO, 2006). Também a fabricante a partir desta versão, eliminou a torre infravermelho, utilizada para transferir o programa do computador para o controlador, nesta versão a transferência é realizada via cabo USB. O software para a programação NXT Software (ilustrado na figura 10), assim nomeado pela fabricante, manteve a programação gráfica, porém também ganhou uma versão mais intuitiva.

Figura 10 – Interface do NXT Software



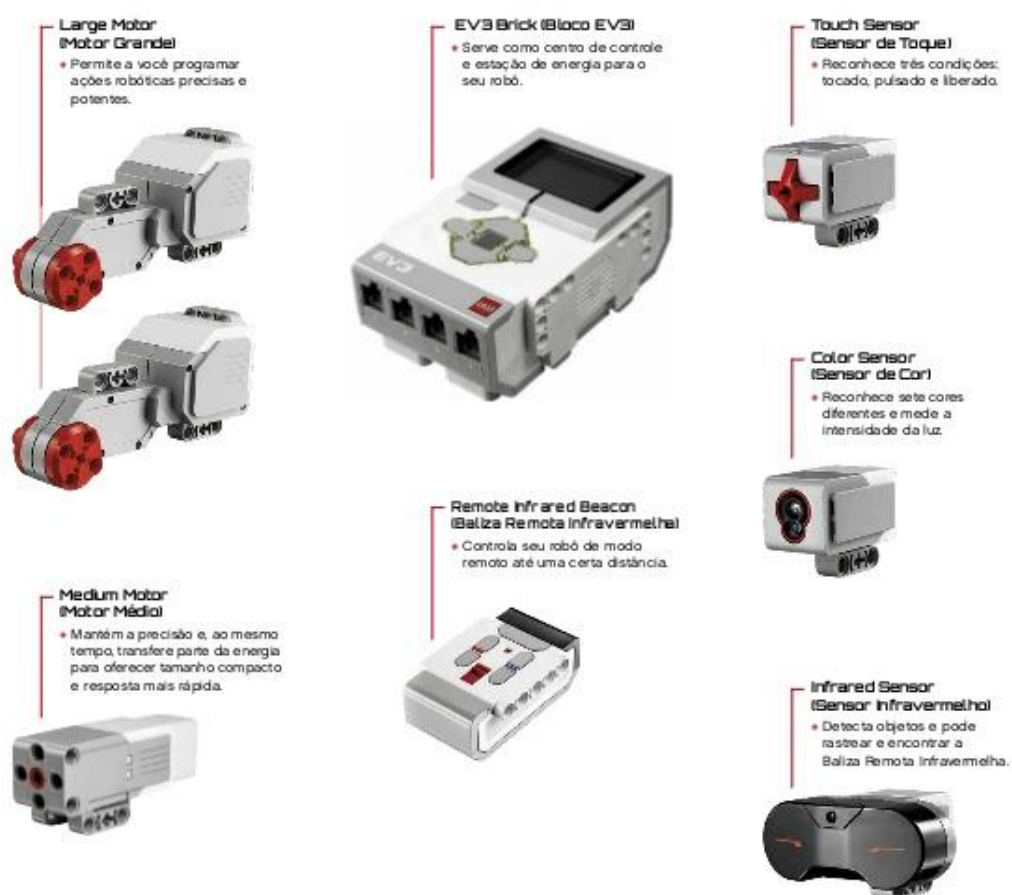
FONTE: LEGO, 2006

Nesta versão além da programação ser feita por meio do software NXT, a fabricante disponibilizou que a programação possa ser realizada diretamente no controlador, porém, não com todas as propriedades e funções dispostas no software instalado no computador, mas tendo a possibilidade de realizar tarefas básicas como acionamento de motores e utilização de sensores. A terceira versão da fabricante, a Lego EV3 surgiu no ano de 2013 e é a versão comercializada atualmente pela empresa. A nova versão não trouxe mudanças tão significativas, entre as principais foi a inclusão de um controle remoto infravermelho. A figura 11, traz uma visão geral da versão do Lego EV3:

Figura 11 - Visão Geral LEGO EV3

TECNOLOGIA EV3

Visão Geral



FONTE: LEGO, 2013

Nesta versão a fabricante também melhorou os motores em suas rotações, podendo chegar até os 170 rpm; incluiu mais uma porta de saída, ficando agora com 4 portas de entrada e 4 portas de saída. Incluiu também uma entrada para cartão de memória SD, possibilitando assim aumentar a capacidade de memória de armazenamento para os programas. O controlador nesta versão vem com o recurso Wi-Fi, permitindo se conectar a uma rede de internet, a tecnologia permite transferir o programa do computador para a controlador sem a necessidade de utilizar o cabo

USB, o mesmo processo nesta versão pode ser realizado via Bluetooth. Quanto a programação, a fabricante a manteve diretamente pelo controlador e por meio do software. O software utilizado nesta versão, o EV3 Software manteve as mesmas características da versão NXT, somente ganhando uma interface com poucas mudanças, a mais significativa foi a organização dos blocos de controle por cores.

A empresa Lego Mindstorms é resultado de uma parceria do Media Lab do Massachusetts Institute of Technology (MIT) e vem se consolidando como umas das principais empresas distribuidoras de *kits* para o trabalho com a robótica educacional. Segundo dados de seu Manual Didático Pedagógico (FEITOSA, 2013) a Lego oferece soluções em robótica educacional que vão da educação infantil (crianças a partir de 3 anos) até educação de jovens e adultos.

2- Modelix Robotics

O *kit* de robótica Modelix Robotics visa o desenvolvimento de projetos de robótica para diferentes níveis educacionais. Em sua versão 3.6, o *kit* é composto por microcontrolador, display LCD, joystick, controle remoto, fonte de alimentação e diversos outros componentes, tais como sensores, atuadores e componentes estruturais (MODELIX, 2018). A figura 12 ilustra as peças que fazem parte do kit comercializado:

Figura 12 - Peças do Kit de Robótica Modelix



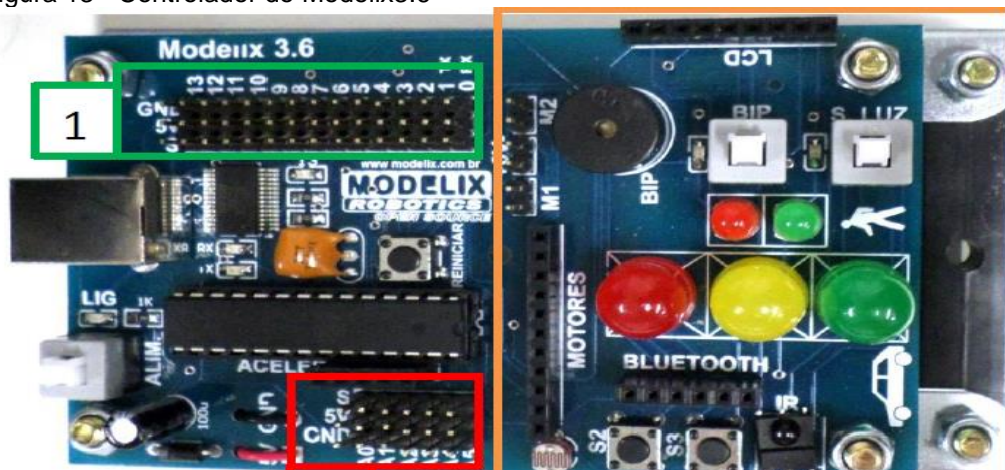
FONTE: Extraído do site Oficial (www.modelix.cc), 2018

A Modelix é uma empresa Brasileira e segundo informações do site da fabricante, está no mercado há 10 anos e oferece produtos para o trabalho com a

robótica para crianças a partir dos 5 anos de idade. Entre as soluções para implantação da robótica educacional o kit da empresa oferece o custo de investimento mais acessível, um kit com o controlador programável, todos os sensores e as peças para montagem das estruturas sai por R\$ 1.299,00⁶ e atende aproximadamente um grupo de 5 alunos por vez. A empresa oferece também a possibilidade de compra de *kits* escolares, como o kit para o projeto mais Educação e Combo 8, podendo atender até 20 alunos simultaneamente (MODELIX,2018). A empresa informa que como principal diferencial de outras empresas do segmento, a mesma se destaca, pois, todos os seus componentes (controlador, sensores, peças e etc.) e softwares são de fabricação/desenvolvimento próprio, o que facilita uma eventual reposição (MODELIX, 2018).

O controlador do Kit de Robótica Modelix é *open source*, ou seja, a documentação de confecção e funcionamento da placa está disponível para consulta, bem como, sua placa pode ser modificada, desde que seja respeitado as políticas destinadas ao software livre. O controlador Modelix ilustrado na figura 13, em linhas gerais, foi criado com base em um projeto *open source*, o Arduino, que será descrito na próxima seção. Dentre as principais mudanças de comparado com a placa Arduino, estão: 1) todas as portas de entrada/saída têm saída 5 volts, GND e sinal, evitando o uso da Protoboard em projetos; 2) inclusão de alguns módulos como Bluetooth, Infravermelho, Sensor de luminosidade, controlador de motores; 3) além de possuir diretamente na placa alguns LEDs e Buzzer.

Figura 13 - Controlador do Modelix3.6

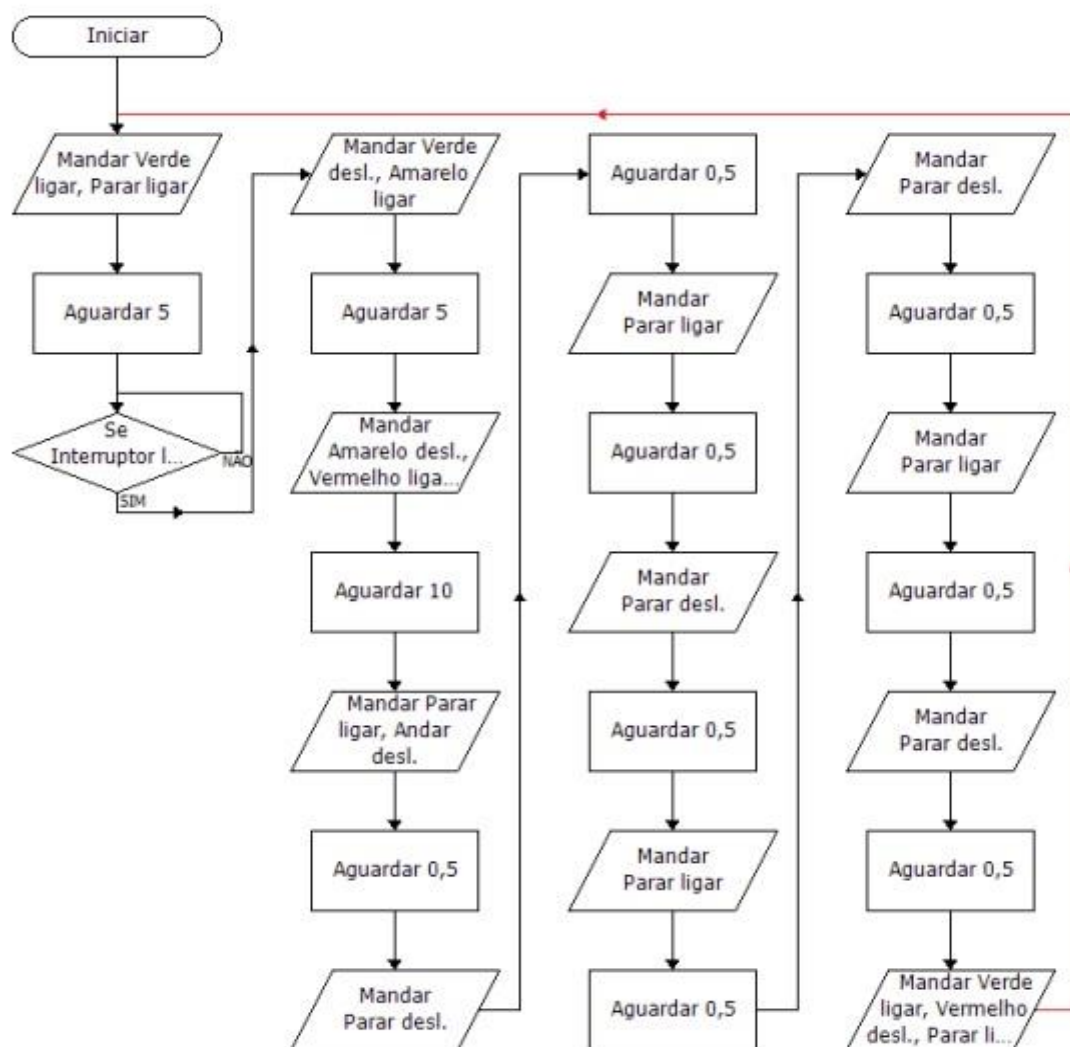


FONTE: Manual de referência do Kit, 2017

⁶ Preço retirado do site oficial de revenda www.leomar.com.br para o kit IPROG no dia 16/01/2018.

Além do controlador, o kit dispõe dos seguintes sensores: sensor de imã, sensor de luz, sensor de temperatura, sensor infravermelho de obstáculos e sensor de toque. A programação do Modelix é realizada por meio do software Modelix System Starter, o qual é distribuído junto com os seus produtos. O software tem licença para 1 ano, sendo necessária a renovação por parte do cliente após a expiração. A programação é realizada utilizando a linguagem de programação gráfica, sendo realizada utilizando conceitos de fluxograma conforme figura 14.

Figura 14 – Fluxograma criado no software Modelix System Starter



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Diante do fato do Kit Modelix ter um custo mais acessível se comparado com os principais concorrentes, considera-se uma opção para as escolas que desejam

experimentar a utilização da robótica em seus currículos realizando um baixo investimento.

2.4.2.2 – Soluções *Open Source* e/ou gratuitas

1- Arduino

O Projeto Arduino, foi criado na Itália em 2005 com o objetivo de oferecer uma plataforma de prototipagem eletrônica, sob a forma de uma placa eletrônica programável, de baixo custo e de fácil manuseio (COSTA JUNIOR; GUEDES, 2015). O projeto Arduino é considerado um *open source*, ou seja, sua placa (ilustrada na figura 15) é aberta para estudos e modificação, sua documentação para a confecção da placa eletrônica é livremente disponibilizada, facilitando a sua produção e também permitindo que os usuários possam conhecer melhor o hardware, fato esse que faz ter várias placas do projeto no mercado, uma delas é a Arduino UNO.

Figura 15 - Placa Arduino UNO



FONTE: Extraído do site oficial (www.arduino.cc), 2017

A placa Arduino UNO possui como seu microcontrolador o ATMEL ATMEGA 328, um dispositivo de 8 bits da família AVR, conta com 32 KB de memória para armazenamento. Possui pinos de entrada e saídas digitais, assim como, pinos de entradas e saídas analógicas. Estes Pinos operam em 5 V, onde cada pino pode

fornecer ou receber uma corrente máxima de 40 mA. A plataforma Arduino não foi desenvolvido especificamente para o trabalho da robótica educacional, o que faz que para a montagem de projetos, em muitas vezes, seja preciso utilizar módulos que recebem o nome de Shields, que podem ser sensores, controladores e conversores, entre outros. Por ser uma plataforma aberta e que vem ganhados cada vez mais usuários, a variedade de Shields vem aumentando a cada dia. Também em projetos maiores é preciso utilizar uma protoboard para realizar as conexões dos módulos com a placa Arduino.

A programação do Arduino pode ser realizada das seguintes maneiras:

- **Linguagem de Programação Textual**, utilizando-se da IDE (Integrated Development Environment ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) disponibilizado pelo site oficial da plataforma. A sintaxe utilizada no Arduino é muito semelhante a C++, uma linguagem de alto nível muito utilizada na programação de computadores, conforme mostra a figura 16:

Figura 16 - Recorte de tela da IDE do Arduino

A screenshot of the Arduino IDE window titled "Blink | Arduino 1.8.3". The window has a menu bar with "Arquivo", "Editar", "Sketch", "Ferramentas", and "Ajuda". Below the menu bar is a toolbar with icons for running, uploading, and saving. The main area shows a code editor with the following C++ code:

```
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

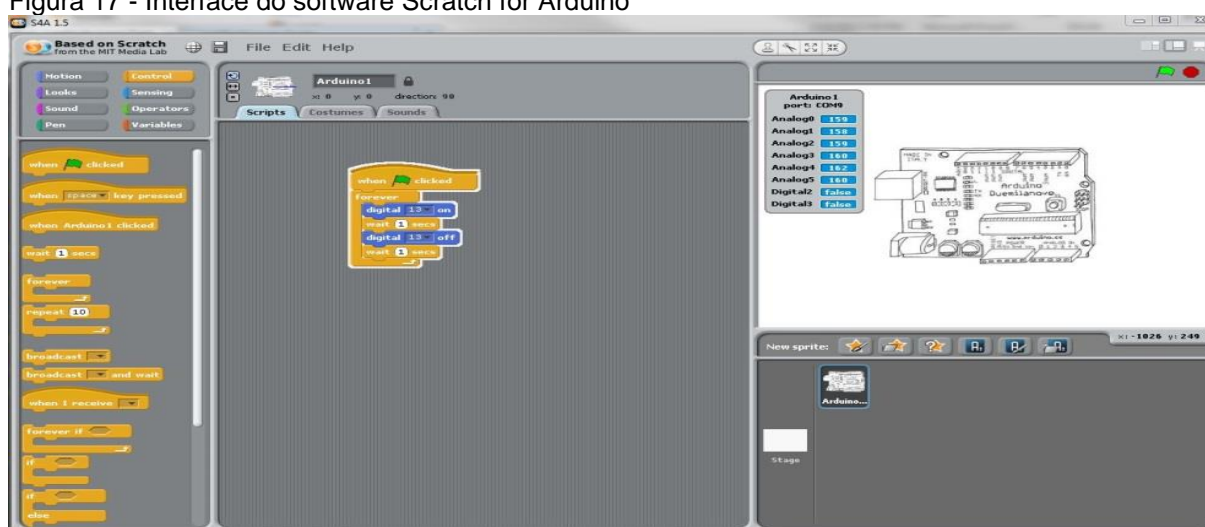
// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}
```

FONTE: Elaborado pelo autor, 2018

- **Linguagem de programação gráfica**, utilizando de algum software compatível. Um desses software é o Scraeth for Arduino – S4A (figura 17) que

é uma modificação Scratch⁷ que permite a programação simples da plataforma de hardware de código aberto Arduino. Fornece novos blocos para gerenciar sensores e atuadores conectados ao Arduino (S4A, 2018). A programação é realizada de maneira bem simplificada, basta arrastar os componentes na tela e configurá-los. Com a utilização desta ferramenta não é preciso conhecer a sintaxe da linguagem C++, o que faz com que qualquer pessoa tenha acesso com facilidade no uso e programação do Arduino.

Figura 17 - Interface do software Scratch for Arduino



FONTE: S4A, 2018

Como já mencionado acima, o Arduino não foi desenvolvido para a utilização na Robótica Educacional, mas várias escolas e instituições o utilizando em seus projetos, sendo que um dos principais fatores é o custo. Também como sua plataforma é aberta e sua documentação é disponibilizada faz com que várias instituições sem fins lucrativos utilizem desta tecnologia para criar os seus próprios *kits* de robótica ou softwares, como é o caso do R-educ⁸ da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e os vários outros destacados por Fernandes et al (2012) no artigo: “Uma nova abordagem em Robótica Educacional utilizando Simuladores e *Kits* de Robótica Livre”.

⁷ Scratch é uma linguagem de programação visual criada em 2007 pelo MIT para incentivar as pessoas que não tem conhecimento em programação a programar. Com ele é possível criar histórias animadas, jogos, programas interativos, entre outros

⁸ Roboeduc – Informações disponíveis em: <http://www.roboeduc.com.br/>

2- Robótica sustentável

A robótica sustentável, robótica com sucata ou ainda robótica livre, é uma técnica que visa reaproveitar os materiais resultantes de sucatas dos equipamentos eletrônicos como computadores, DVDs, aparelhos celulares e entre outros para se trabalhar com a robótica.

A robótica sustentável pode ser uma alternativa para as escolas públicas, pois muitas vezes, sem recursos financeiros para a compra dos *kits* de robótica, podem utilizar a robótica sem muitos investimentos ou até mesmo sem investimento nenhum. Para Albuquerque et al (2007):

A robótica livre tem uma proposta diferenciada, pois parte para soluções livres em substituição aos produtos comerciais. Propõe o uso de softwares livres (Linux e seus aplicativos) como base para a programação, e utiliza-se da sucata de equipamentos eletroeletrônicos e outros tipos de lixo, para a construção de *kits* alternativos de robótica.

A robótica com sucata possibilita proporcionar os mesmos benefícios da utilização dos *kits* comercializados. Em algumas competências como a criatividade, a utilização da robótica se supera, pois, com sucata o aluno tem a liberdade para criar qualquer objeto, o que não acontece nos *kits* comerciais que permitem a montagem limitada de objetos. Filipak (2018) utilizou em seu trabalho de pesquisa a robótica sustentável. Para ele a robótica com materiais livre propicia o desenvolvimento da criatividade, possibilitando aos alunos desenvolver protótipos robóticos sem ter muitos recursos.

A robótica com sucata tem cunho interdisciplinar, portanto, com uma boa “dose” de criatividade pode ser utilizada por qualquer disciplina, como é o caso relatado no artigo “Robótica com Materiais Recicláveis e a Aprendizagem Significativa no Ensino da Matemática: Estudo Experimental no Ensino Fundamental”, na qual os autores Santos e Medeiros (2017), propõem a utilização da robótica como uma ferramenta pedagógica para alunos da 3ª série do fundamental na disciplina de matemática, mais especificamente para o conteúdo de geometria. Os resultados apontam, segundo os autores, que a turma que recebeu revisão do conteúdo com robótica teve um aumento significativo no seu aproveitamento. Além disto, Santos e Medeiros (2017) enfatizam que a robótica sustentável propicia ao aluno o desafio de encontrar soluções para as

atividades proposta, estimula a criatividade, a imaginação, a resolução de conflitos e problemas.

Esta seção mostrou que a utilização da robótica educacional dentro do contexto Constucionista está acessível para qualquer pessoa, seja por meio da utilização de simuladores, ou utilizando a robótica sustentável.

2.4.3 Revisão Sistemática de Literatura

Esta seção apresenta uma revisão sistemática de literatura sobre tema a robótica educacional no contexto da produção científico acadêmica brasileira. Kauark (2010) enfatiza que revisão sistemática de literatura é a localização e obtenção de documentos para avaliar a disponibilidade de material que subsidiará o tema do trabalho de pesquisa. Este levantamento é realizado junto às bibliotecas ou serviços de produções científicas existentes. Para tal tarefa foram utilizados os seguintes critérios de seleção:

- trabalhos relacionados com a utilização da robótica na educação.
- utilização da robótica educacional como ferramenta de auxílio no processo de aprendizagem.
- dissertações ou teses.
- documentos disponibilizados na íntegra para a consulta.
- produções entre os anos de 2010 a 2018.

Definidos os critérios de inclusão, buscou-se documentos disponibilizados na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e no Portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) utilizando a seguinte *string* de busca:

("Robótica Educacional" OR "Robótica Pedagógica" OR "Robótica na Educação")

Na busca retornaram 46 trabalhos, sendo que destes, 33 foram selecionados de acordo com os itens definidos nos critérios de seleção definidos anteriormente. Dentre os trabalhos selecionados, são classificados na tabela 1 por tipo como:

Tabela 1 - Classificação dos trabalhos por tipo

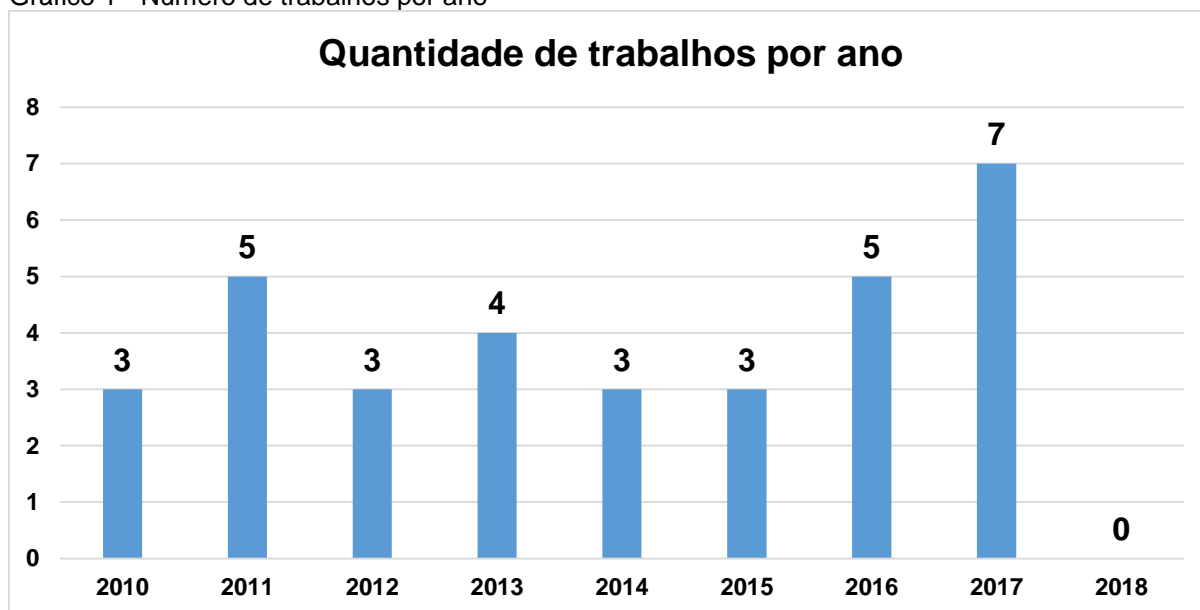
| CLASSIFICAÇÃO DE TRABALHOS POR TIPO | | |
|-------------------------------------|-----------|-----|
| Tipo | Trabalhos | % |
| Dissertação | 24 | 73% |
| Tese | 9 | 27% |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Como mostra a tabela, 73% dos trabalhos encontrados são resultados de trabalhos de dissertação, enquanto 27% são trabalhos de teses.

Ainda que a área da robótica é pouco explorada pelos pesquisadores em nível de mestrado e doutorado, as pesquisas sobre o tema vêm aumentando aos poucos, conforme mostra o gráfico 1, que classifica os trabalhos por ano:

Gráfico 1 - Número de trabalhos por ano



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Dentre as instituições de ensino superior (IES) a Universidade Federal do Rio Grande do Norte é a que mais apresentou pesquisas na área da robótica educacional em nível de mestrado e doutorado, conforme mostra a tabela 2 a seguir:

Tabela 2 - Trabalhos por Instituição

| Trabalhos por Instituição de Ensino Superior – IES | |
|--|-----------|
| Instituição de Ensino Superior | Trabalhos |
| Universidade Federal do Rio Grande do Norte | 11 |
| Universidade Federal do Rio Grande do Sul | 2 |
| Pontifícia Universidade Católica de São Paulo | 2 |

| | |
|---|---|
| Universidade Estadual da Paraíba | 3 |
| Universidade de São Paulo | 2 |
| Universidade Federal de Uberlândia | 2 |
| Universidade Tecnológica Federal do Paraná | 2 |
| Centro Universitário UNIVATES | 1 |
| Universidade de Caxias do Sul | 1 |
| Universidade de Fortaleza | 1 |
| Universidade Estadual de Campinas | 1 |
| Universidade Estadual Paulista | 1 |
| Universidade Federal de Santa Catarina | 1 |
| Universidade Salvador | 1 |
| Universidade Federal da Bahia | 1 |
| Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul | 1 |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018.

Analisando os trabalhos selecionados, os mesmos foram categorizados pelo autor na tabela 3 da seguinte forma:

Tabela 3 - Categorização dos trabalhos

| Categorização dos Trabalhos | |
|--|------------------|
| Categoria | Trabalhos |
| Prática Pedagógica/Ferramenta | 14 |
| Aprendizagem de conteúdos específicos | 9 |
| Acessibilidade/tecnologias Assistidas | 1 |
| Construção de Protótipos ou Plataformas de Baixo Custo | 9 |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Os maiores números de trabalhos de pesquisas são referentes a utilização da prática pedagógica da robótica como ferramenta de apoio no processo de aprendizagem.

Dentre os trabalhos que foram selecionados, os que mais se aproximam do escopo da presente pesquisa são:

a) Robótica Educacional Livre: um relato de prática no Ensino Fundamental: a autora Silva (2017) destaca em trabalho um relato de experiência utilizando a Robótica Educacional dentro de um contexto construcionista. Segundo a autora a Robótica Educacional trabalhada com uma metodologia ativa, cria ambientes de aprendizagem com características que permitem o trabalho de forma colaborativa e levam os alunos ao conhecimento através da experimentação.

b) Robótica educacional aplicada ao ensino de física: Fornaza (2016) descreve em seu estudo o desenvolvimento e experimentação de um jogo didático destinado ao ensino de conceitos de Física, fazendo uso de materiais robóticos. As atividades utilizadas apontam para a metodologia da aprendizagem baseada em problemas.

c) Robótica Educacional: uma perspectiva de ensino e aprendizagem baseada no modelo construcionista: Moreira (2016), autor do trabalho enfatiza a utilização da Robótica Educacional sob a teoria do Construcionismo. Ainda o autor conclui que a utilização da Robótica Educacional integrada com o Construcionismo é uma ferramenta inovadora, motivadora e dinamizadora no processo de ensino e aprendizagem, ressaltando que a sua utilização é propulsora para a construção do conhecimento.

d) Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento. Cabral (2011) buscou em seu trabalho investigar as estratégias cognitivas de resolução de problemas em Robótica Educacional.

e) A robótica educacional como ferramenta metodológica no processo ensino-aprendizagem: Zannata (2013) descreve um relato da utilização da Robótica Educacional como uma ferramenta de apoio no processo de aprendizagem. Segundo a autora, a robótica é uma ferramenta bastante útil no processo de ensino-aprendizagem, possibilita uma metodologia dinâmica e motivacional para os estudantes. A lista com todos os trabalhos selecionados se encontra no quadro 2:

Quadro 2 - Trabalhos selecionados para a Revisão Sistemática de Literatura

| Trabalhos selecionados pelo autor na Revisão Sistemática de Literatura | | | | | |
|---|------------|-------------|--|------------------------------------|---|
| Nº | Ano | Tipo | Título do trabalho | Autor | IES |
| 1 | 2010 | Dissertação | Robótica e educação: uma possibilidade de inserção sócio-digital | Silva, Akynara Rodrigues Santos da | Universidade Federal do Rio Grande do Norte |
| 2 | 2010 | Dissertação | Robótica educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos | Moraes, Maritza Costa | Universidade Federal do Rio Grande do Norte |
| 3 | 2010 | Dissertação | Potencializando a criatividade e a socialização: um arcabouço para o uso da robótica educacional em diferentes realidades educacionais | Braz, Lilian Gonçalves | Universidade Federal do Rio Grande do Norte |
| 4 | 2011 | Dissertação | Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer | Barbosa, Fernando da Costa | Universidade Federal de Uberlândia |

| | | | | | |
|----|------|-------------|---|--|---|
| 5 | 2011 | Tese | Currículo, tecnologias e robótica na educação básica | Campos, Flavio Rodrigues | Pontifícia Universidade Católica de São Paulo |
| 6 | 2011 | Dissertação | Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento | Cristiane Pelisolli Cabral | Universidade Federal do Rio Grande do Sul |
| 7 | 2011 | Dissertação | Protótipo de um robô móvel de baixo custo para uso interdisciplinar em cursos superiores de Engenharia e Computação | Silva, Sergio Ricardo Xavier da | Universidade Federal da Bahia |
| 8 | 2011 | Dissertação | Desenvolvimento da fluência tecnológica em programa educacional de robótica pedagógica | Neves Júnior; Othon da Rocha | Universidade Federal de Santa Catarina |
| 9 | 2012 | Dissertação | Robótica na sala de aula de matemática: os estudantes aprendem matemática? | Martins, Elisa Friedrich | Universidade Federal do Rio Grande do Sul |
| 10 | 2012 | Dissertação | Abordagem crítica de robótica educacional: Álvaro Vieira Pinto e estudos de ciência, tecnologia e sociedade | Silva, Rodrigo Barbosa e | Universidade Tecnológica Federal do Paraná |
| 11 | 2012 | Tese | Plataforma Robótica de Baixíssimo Custo para Robótica Educacional | Aroca, Rafael Vidal | Universidade Federal do Rio Grande do Norte |
| 12 | 2013 | Dissertação | S-Educ: Um Simulador de Ambiente de Robótica Educacional em Plataforma Virtual | Fernandes, Carla da Costa | Universidade Federal do Rio Grande do Norte |
| 13 | 2013 | Dissertação | Ambiente de desenvolvimento web multiplataforma configurável para robótica educacional | Sá, Sarah Thomaz de Lima | Universidade Federal do Rio Grande do Norte |
| 14 | 2013 | Dissertação | A robótica educacional como ferramenta metodológica no processo ensino-aprendizagem | Zanatta, Ronnie Petter Pereira | Universidade Tecnológica Federal do Paraná |
| 15 | 2013 | Dissertação | Uma proposta de metodologia para o ensino de Física usando robótica de baixíssimo custo | Araújo, Alessandro Vinicius Pereira Rolim de | Universidade Federal do Rio Grande do Norte |
| 16 | 2014 | Dissertação | Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6. ao 9. ano do ensino fundamental: utilização da metodologia LEGO® Zoom Education | Rodrigues, Willian dos Santos | Universidade Estadual Paulista |
| 17 | 2014 | Tese | Contextualização no ensino de física à luz da teoria antropológica do didático: o caso da robótica educacional | Schivani, Milton | Universidade de São Paulo |
| 18 | 2014 | Tese | O uso de Arduino na criação de kit para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas | Fabri, Junior; Ariovaldo, Luiz | Universidade Estadual de Campinas |

| | | | | | |
|----|------|-------------|--|---------------------------------|---|
| 19 | 2015 | Dissertação | LERO: um laboratório remoto de robótica educacional extensível e adaptável | FLORES, Crijina Chagas | Universidade Salvador |
| 20 | 2015 | Dissertação | Robótica educacional e raciocínio proporcional: Uma discussão à luz da Teoria da Relação Com o Saber | Oliveira, Edvanilson Santos de | Universidade Estadual da Paraíba |
| 21 | 2015 | Dissertação | Um sistema de reconhecimento de objetos incorporado a um robô humanoide aplicado na educação | Adam Henrique Moreira Pinto | Universidade de São Paulo |
| 22 | 2016 | Dissertação | Legó® Education: Um recurso didático para o ensino e aprendizagem sobre os artrópodes quelicerados | Almeida, Felipe de Lima | Universidade Estadual da Paraíba |
| 23 | 2016 | Dissertação | Robótica educacional aplicada ao ensino de física | Fornaza, Roseli | Universidade de Caxias do Sul |
| 24 | 2016 | Tese | Rede de aprendizagem em robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens | Barbosa, Fernando da Costa | Universidade Federal de Uberlândia |
| 25 | 2016 | Tese | W-Educ: um ambiente web, completo e dinâmico para robótica educacional | Lima, Sarah Thomaz de | Universidade Federal do Rio Grande do Norte |
| 26 | 2016 | Dissertação | Robótica educacional: uma perspectiva de ensino e aprendizagem baseada no modelo construcionista | Moreira, Leonardo Rocha | Universidade de Fortaleza |
| 27 | 2017 | Dissertação | Robótica Educacional Livre: um relato de prática no Ensino Fundamental | Silva, Mariana Cardoso da | Pontifícia Universidade Católica de São Paulo |
| 28 | 2017 | Tese | Uma metodologia de avaliação automática para aulas de robótica educacional | Fernandes, Carla da Costa | Universidade Federal do Rio Grande do Norte |
| 29 | 2017 | Tese | Uma arquitetura de sistema para criação, programação e disponibilização de times de robôs para robótica educacional | Silva, Paulo Henrique Lopes | Universidade Federal do Rio Grande do Norte |
| 30 | 2017 | Dissertação | GoDonnie: definição e avaliação de uma linguagem de programação para comandar robô por programadores iniciantes com deficiência visual | Oliveira, Juliana Damasio | Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul |
| 31 | 2017 | Dissertação | Protótipo robótico de baixo custo utilizado como ferramenta para o ensino de Matemática | Medeiros Neto, Manoel Sátiro de | Universidade Estadual da Paraíba |
| 32 | 2017 | Tese | CardBot: tecnologia educacional assistiva para inclusão de deficientes visuais na robótica educacional | Barros, Renata Pitta | Universidade Federal do Rio Grande do Norte |
| 33 | 2017 | Dissertação | Robótica educacional: um recurso para a exploração de conceitos relacionados à transferência de calor no Ensino Médio | Silva, Maurício Veiga da | Universidade do Vale do Taquari – Univates |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

2.5 PROBLEM BASED LEARNING - PBL

Alguns autores (POZO, 1998; PAPERT, 1986;1994; MORAN, 2000) destacam a importância de se trabalhar nas salas de aula com uma metodologia que faça com que o aluno construa o seu conhecimento por meio de suas reflexões e que não simplesmente receba o conteúdo. O fato do aluno simplesmente receber o conteúdo pode estar contribuindo para os baixos índices qualitativos da educação brasileira. Aumentar o nível da educação brasileira é um dos grandes desafios. Resultados de avaliações de aprendizagem nacionais e internacionais têm mostrado sistematicamente que o estudante brasileiro sai da escola com grande defasagem não só com respeito aos conteúdos essenciais como também relativo às competências necessárias para enfrentar as demandas desse século (SILVA, 2011).

Pensando em qual o perfil de aluno/cidadão que se espera formar nos bancos escolares, existe alguns documentos que foram elaborados a partir de discussões sobre o tema. Um desses documentos é o relatório Delors da UNESCO, coordenado por Jacques Delors (2010), que faz uma proposta de uma educação direcionada para as quatro competências que se prevê necessárias para um cidadão do século XXI: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver com os outros e aprender a ser. Outro documento se refere as conclusões do Fórum Econômico Mundial realizado em 2016, que tratou do tema “O Futuro do Trabalho”, que projetam as seguintes tendências para 2020, vistas como propícias a preparar os alunos no presente, entre elas: resolver problemas complexos; ter pensamento crítico; ser criativo; saber escolher e motivar equipes; saber trabalhar em grupo; estar atento às reações dos outros; avaliar custos e benefícios nas decisões; buscar soluções para as pessoas; ser diplomata e conciliador; ser flexível no uso de conhecimentos (BURD, 2017, p. 32 *apud* CUCH; MEDEIROS; GARCIA, 2017).

Ambos os documentos evidenciam a importância de preparar o aluno para que se torne capaz de enfrentar situações a partir de diferentes contextos, para que busque sempre aprender novos conhecimentos e habilidades. Dessa maneira, espera-se que estarão preparados para se adaptarem às mudanças.

Na perspectiva de uma sociedade mais flexível nas demandas trabalhistas e culturais de seus cidadãos, e ao mesmo tempo mais competitiva, não basta proporcionar conhecimentos "empacotados", fechados em si mesmos. Ao

contrário, é preciso tornar os alunos pessoas capazes de enfrentar situações e contextos variáveis, que exijam deles a aprendizagem de novos conhecimentos e habilidades (POZO, 1998, p. 09).

O desafio do processo educativo, em termos propedêuticos e instrumentais, é construir condições do aprender a aprender e do saber pensar (DEMO, 1996, p. 30). Para a preparação destes alunos para este novo perfil, um dos caminhos é fazer com que a escola e professores adotem em seus programas de ensino e aprendizagem, metodologias que valorizem o papel do aluno, pois é ele o foco do processo de aprendizagem. Essas metodologias que destacam a importância do aluno no processo de aprendizagem são chamadas de metodologias ativas. As metodologias ativas dão ênfase ao papel protagonista do aluno, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo (BACICH; MORAN, 2017).

Dentre as características apresentadas no Relatório Delors (DELORS, 2010) e “Trabalho do Futuro” (BURG, 2017 *apud* CUCH; MEDEIROS; GARCIA, 2017), tidas como essenciais para um cidadão do século XXI destaca-se a importância de levar os alunos a aprender a aprender, a resolver problemas complexos e a trabalhar em equipe. Para preparar os alunos com essas características, uma das opções pode ser a utilização da metodologia PBL (Problem Based Learning) em português Aprendizagem Baseada em Problemas.

Barrows (1986) define PBL como um método que utiliza um problema para estimular o aprendizado por meio do desenvolvimento do pensamento crítico na resolução dos problemas. Portanto, em linhas gerais, baseia-se na apresentação de situações que exijam dos alunos proatividade para buscar suas próprias respostas e seu próprio conhecimento.

A aprendizagem baseada em problemas foi idealizada a partir dos estudos de Barrows (1986) visando solucionar problemáticas do curso de medicina, da McMaster University – Canadá, na qual os alunos relatavam a insatisfação quanto ao grande volume de informações percebidos como irrelevantes à prática médica.

Na concepção de Barrows (1986), esta metodologia apresenta, em sua base, a utilização de problemas como ponto de partida para a aquisição e integração de novos conhecimentos. Isso pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis, para dar resposta as mais diversas situações (POZO, 1998). Portanto, a PBL é uma

metodologia ativa que coloca o aluno no centro do processo de ensino. Entende-se por uma metodologia centrada no aluno aquela na qual as oportunidades de ensino sejam relevantes para os alunos. Para isso, Barrows (1986) destaca a importância de propor atividades que façam o aluno interagir em um processo de aprendizagem baseado em situações semelhantes às da vida real, ou seja, atividades que tenham sentido com o seu contexto.

A PBL, por ser uma metodologia e não uma teoria, ainda não tem padrões definidos e vem sendo adaptada conforme as necessidades ou contextos educacionais. Embora sua criação tenha acontecido a partir de um curso superior de medicina, seu uso tem sido aproveitado em várias outras áreas do conhecimento, bem como, em outras modalidades de ensino. A PBL não apresenta uma base científica definida. Ribeiro (2005) destaca que os princípios que formam a base da PBL parecem derivar das teorias de Ausubel (construção do conhecimento), Brunner (motivação intrínseca), Dewey (aprendizagem autônoma) e Piaget (metacognição), dentre outros. A característica semelhante encontrada nas teorias dos autores mencionados por Ribeiro (2005) aponta para um processo que critica a aprendizagem por recepção e apoia a aprendizagem por meio da construção do conhecimento.

2.5.1 PBL: Benefícios para os Alunos

Para uma aprendizagem significativa utilizando-se da PBL espera-se que o aluno cumpra as seguintes tarefas (WODS, 2001 *apud* RIBEIRO, 2015):

- exploração do problema, levantamento de hipóteses, identificação de questões de aprendizagem.
- tentativa de solução do problema com o que sabem, observando a pertinência de seu conhecimento atual;
- identificação do que não sabem e do que precisam para solucionar o problema;
- priorização das questões de aprendizagem, estabelecendo metas e objetivos de aprendizagem, alocação de recursos de modo a saberem o que, quanto é esperado deles.
- planejamento e delegação de responsabilidades para o estudo autônomo da equipe

- compartilhamento eficaz do novo conhecimento de forma que todos os membros da equipe aprendam os conhecimentos pesquisados pela equipe;
- aplicação do conhecimento na solução do problema;
- avaliação do novo conhecimento, da solução do problema e da eficácia do processo utilizado e reflexão sobre o processo.

A PBL utiliza a resolução de problemas como aspecto essencial para o processo de aprendizagem. Faz com que seja apresentado aos alunos situações abertas e sugestivas que exijam dos alunos uma atitude ativa e um esforço para buscar suas próprias respostas, seu próprio conhecimento. O ensino baseado na solução de problemas pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização de conhecimentos disponíveis, para dar respostas as situações variáveis e diferentes (POZO, 1998).

A metodologia PBL também pode contribuir com a motivação para o aluno, pois o envolve em situações desafiadoras que o estimulam a participar de forma ativa da aula, construindo o seu próprio conhecimento através da aprendizagem por descoberta e valorizando a aprendizagem por tentativa e erro, estimulando-o a aprender a aprender.

A PBL trabalhada em grupos faz com que os alunos criem a habilidade de observar os outros pontos de vista sobre um determinado problema, ou seja, quando exposto ao grupo de trabalho em problema é provável que cada integrante tenha um ponto de vista sobre o mesmo, visões sobre o mesmo problema são observadas, o que possibilita além de estimular os alunos a saberem trabalhar em equipe, aprendam a respeitar e analisar as opiniões dos colegas.

Ainda a PBL pode possibilitar aos alunos uma aquisição de conhecimentos de forma mais significativa e duradoura, porque faz com que o aluno utilize os seus conhecimentos prévios ou adquiridos na resolução dos problemas. Conforme destaca Ausubel (2000), a resolução de problemas é um excelente mecanismo para avaliar se a aprendizagem ocorreu.

2.5.2 PBL e a Função do Professor

Na PBL a função do professor é modificada de um transmissor de conhecimento para um mediador, um incentivador que interaja com os alunos,

guiando-os para a construção de uma aprendizagem mais sólida. O professor na metodologia PBL incorpora um papel fundamental, pois atua como incentivador, um mediador das ideias apresentadas pelos alunos, valorizando seu conhecimento, mas intervindo quando necessário, para que informações sejam coerentes e possam ser refletidas pelo aluno, levando-o ao desenvolvimento do senso crítico.

Escrivao Filho (2009) e Masson (2012) relatam que para se trabalhar com a metodologia PBL o professor tem como algumas funções:

- incentivar os alunos a trabalharem em equipe, sendo que muitos ainda têm essa dificuldade de se relacionar entre os pares.
- o professor deve assumir a função de conciliador. Quando ocorrem conflitos entre os membros dos grupos, na qual muitos não têm a capacidade de analisar e aceitar as opiniões dos colegas.
- o professor deve avaliar os conhecimentos prévios dos alunos na resolução dos problemas, separando conhecimentos científicos dos de senso comum, dando o devido feedback aos alunos.
- é preciso trabalhar a autoestima do aluno, pois é comum ver os alunos falharem e se frustrarem ao tentar resolver um problemas e não ter êxito.
- e por fim, o professor deve estimular a proatividade do aluno, para que possa analisar e tomar as decisões de forma autônoma, que possa aprender com a descoberta, com os seus erros decorrentes do processo.

As aulas dentro de uma metodologia PBL podem trazer situações mais incertas do que as aulas convencionais, o que faz com que o professor necessite estar melhor preparado para administrar as situações. No modelo convencional, muitas vezes, o professor organiza sequencialmente as atividades e conteúdos que serão trabalhados em uma determinada aula, sabendo, muitas vezes, exatamente como se dará o decorrer da aula. Na abordagem PBL podem surgir conteúdos novos, ou ainda discussões que saiam da área de conhecimento do professor, o que pode ser um grande desafio.

Ainda que apresentado neste capítulo algumas vantagens para os alunos sob a utilização da PBL, é preciso analisar com mais criticidade os seus aspectos didáticos. O PBL é apenas mais um método de ensino que pode ser incluído no “kit de ferramentas do professor”, sozinho não trará mudanças necessárias para a educação, pois o processo de ensinar é complexo, nenhuma teoria de aprendizagem

ou metodologia é capaz de suprir todas as necessidades e resolver os problemas educacionais.

Conforme o que foi exposto anteriormente, pode-se entender que o professor é a peça chave do processo de ensino, pois é através da percepção sob uma determinada turma de alunos que ele deve definir quais os métodos ou teorias que serão utilizados, tanto, que é possível que uma metodologia possa dar certo para uma turma e não para outra. Portanto, nenhuma metodologia sozinha é perfeita a ponto de melhorar significativamente a Educação, sendo preciso usar várias, mesclar, a fim de constatar qual ou quais são mais eficazes para um determinado grupo de alunos.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa é caracterizada quanto aos objetivos como uma pesquisa explicativa, que segundo Gil (2008) tem como a preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Moreira e Caleffe (2008) complementam que esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. A pesquisa neste trabalho constitui uma primeira etapa de uma investigação mais ampla, que visa avaliar e explicar por meio dos resultados se a utilização da Robótica Educacional pode contribuir como um estímulo do desenvolvimento da atenção concentrada dos alunos, o estudo pretende levantar uma hipótese que permita um estudo futuro mais profundo, que possibilite a criação de argumentações teóricas sobre o tema em questão.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa se caracteriza como mista, na qual utiliza características da pesquisa quase experimental e da pesquisa participante. A pesquisa quase experimental é uma abordagem experimental, que para Gil (2008), consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. Porém, conforme destaca Cohen (2007), uma característica essencial da pesquisa experimental é que os investigadores deliberadamente controlam e manipulam as condições que determinam a eventos nos quais eles estão interessados. Como o objeto de estudo desta pesquisa é a atenção concentrada de alunos do ensino médio, na qual não se pode ter um controle por completo, tendo em vista em que os mesmos estão em idade de desenvolvimento das funções executivas, que por sua vez têm interferência direta na atenção concentrada do sujeito. Diante disto, a pesquisa é considerada uma pesquisa quase experimental por não conseguir isolar todas as variáveis presentes no objeto de estudo.

A pesquisa ancorou-se na execução de um projeto de Robótica Educacional para um grupo específico de alunos. Neste projeto, com duração aproximada de 7 meses que totalizou 100 horas aulas, contou-se com a participação efetiva do pesquisador nas execuções das atividades, fato que faz a pesquisa se caracterizar

como uma pesquisa participante. Gil (2008) destaca que a pesquisa participante caracteriza-se pela interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas. A observação do pesquisador foi essencial para sustentar uma abordagem qualitativa dos dados coletados por meio dos instrumentos utilizados.

Quanto a abordagem, a pesquisa se caracteriza como mista, na qual utilizava as abordagens quantitativa/qualitativa com a utilização do teste de atenção concentrada D2, que avalia o nível de atenção concentrada do sujeito e qualitativa na análise e interpretação do autor sobre os resultados obtidos nos questionários da coleta de dados.

3.1.1 Definição dos Sujeitos da Pesquisa

Para a presente pesquisa participaram 18 alunos, escolhidos aleatoriamente pela direção e equipe pedagógica para participar do projeto de robótica desta pesquisa, os mesmos com faixa etária entre 15 a 17 anos estavam cursando a primeira ou segunda série do ensino médio das Escolas de Educação Básica Professor Balduino Cardoso e Nilo Peçanha. Os alunos foram divididos em dois grupos:

Grupo dos alunos participantes das aulas do projeto de robótica, composto por 9 alunos (8 meninas e 1 menino; 3 alunos da escola Balduino Cardoso e 6 anos da escola Nilo Peçanha) escolhidos pelo autor da pesquisa, utilizando o critério de mais assíduos e comprometidos com as aulas do projeto.

Grupo de controle, composto por 9 alunos (8 meninos e 1 menina; 4 alunos da escola Balduino Cardoso e 5 anos da escola Nilo Peçanha) das mesmas séries, faixa etária e escolas dos alunos participantes do projeto de robótica. Os alunos deste grupo foram escolhidos pelo autor como alunos que iniciaram o projeto e desistiram no período de ambientação (3 primeiras semanas de aulas – 4 aulas).

3.2 O AMBIENTE DA PESQUISA

3.2.1 A Origem da Pesquisa

Em 2013, o governo do Estado de Santa Catarina realizou a compra dos *kits* de robótica, buscando ser um dos primeiros estados do Brasil a implantar integralmente o uso da Robótica Educacional nas escolas públicas. A empresa ZOOM, na época uma das principais empresas revendedoras do Kit de Robótica Lego Mindstorms, foi a ganhadora do processo de licitação. Foram adquiridos centenas de *kits*. A secretaria de Educação do Estado anunciou que em média 2 escolas por cidade seriam contempladas e o critério utilizado seria o número de alunos.

No município de Porto União, 2 escolas receberam os materiais, sendo elas a Escolas de Educação Básica Nilo Peçanha e a escola Coronel Cid Gonzaga. Foi distribuído para uma destas escolas 10 *kits* do Lego RCX 2.0 para ser trabalhado com o ensino fundamental II e ensino médio.

Os *kits* chegaram nas escolas no final do ano de 2013, sendo que a versão recebida é do ano de 2001, portanto, com uma defasagem de aproximadamente 12 anos. Após o recebimento dos *kits*, a direção indicou 2 professores efetivos para participarem de um curso de formação para utilizar os materiais e serem os multiplicadores dos conhecimentos para os professores das suas respectivas escolas. O curso teve duração de 3 dias, tempo insuficiente segundo o relato de alguns professores que realizaram. Em nenhuma das escolas ficou destinado um professor ou funcionário responsável por iniciar e manter os projetos de robótica. Na época, o estado possuía em todas as escolas da rede pública estadual um profissional com o cargo denominado “Professor Orientador de Sala de Tecnologia”, o qual tinha como atribuições: manter os equipamentos da escola em pleno funcionamento para uso dos professores, auxiliar os professores na utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação – TICs e realizar cursos de formação continuada sobre tecnologias educacionais para os professores da escola. Embora este profissional, segundo as suas atribuições, era o responsável por manter e propor projetos para a utilização das tecnologias no âmbito escolar, no contexto dos projetos envolvendo os *kits* de robótica sua contribuição foi pouco expressiva, em alguns casos por falta de motivação do próprio profissional e em outros por falta de incentivo da direção escolar.

Obteve-se a informação por meio da equipe pedagógica das escolas que receberam os *kits*, que poucos professores utilizaram os materiais. Sendo que alguns relataram falta de preparo, outros por falta de tempo. Por exemplo, no caso da disciplina de física que são 2 aulas de 50 minutos por semana, tempo tido como

insuficiente para se trabalhar com a robótica, ainda mais que a escolas exigiam que o professor realizasse no início da aula de robótica uma contagem inicial das peças contidas no kit (mais de 700 peças) e posteriormente, ao fim da aula uma nova conferência, com o objetivo de manter o zelo dos materiais quanto a perda das peças.

Ainda, o Governo do Estado sempre pressionou os diretores a cuidar dos materiais de robótica. Com isso, alguns diretores chegavam a proibir os professores de utilizar os materiais. Alguns *kits* nem se quer foram abertos, foram encaixotados e guardados em armários. Em 2014, as escolas que receberam os materiais foram contempladas com mais 2 *kits* na versão Lego NXT.

Na GERED – Gerência de Educação que abrange os municípios entorno do município de Porto União, 6 escolas receberam os materiais de robótica, na qual se tem a informação de que nenhuma faz a utilização do material e estima-se que o mesmo acontece com as demais escolas do estado.

A escola de Educação Básica Professor Balduino Cardoso (em que o autor desta pesquisa trabalhou como professor orientador de Sala de Tecnologia entre os anos de 2009 a 2017) não recebeu o material de robótica. A partir do ano de 2013, por iniciativa da direção da escola, foi solicitado, por várias vezes, junto à Secretaria de Educação e a Gerência de Educação a aquisição dos *kits* de robótica para trabalhar com os alunos da escola. A Secretaria de Educação destacava que não era possível comprar por conta do prazo de licitação já transcorrido. Com o apoio da direção da escola tentou-se o processo de remanejar o material de alguma escola que não estivesse utilizando, mas também não foi possível por questões de patrimônio escolar. Esgotadas as possibilidades de a escola receber os materiais de robótica por intermédio do governo, no final do ano de 2016 em um consenso entre a direção escolar e a Associação de Pais e Professores – APP da escola, foi decidido utilizar o dinheiro adquirido das promoções (rifas, bingo, festas, etc.) para comprar um kit de robótica educacional. Foi adquirido 1 kit de Robótica Educacional Modelix, um dos mais acessíveis encontrados no mercado. Em 2016, o Governo Estadual informou que não iria manter o contrato dos professores de Sala de Tecnologia. No ano de 2017 inicia-se de forma voluntária por meio do autor da pesquisa, o projeto de robótica em que se origina a presente pesquisa.

3.2.2 Descrição do Projeto de Robótica

A presente pesquisa foi desenvolvida a partir do projeto denominado “A aplicação da Robótica Educacional nas escolas públicas do município de Porto União – SC”, de autoria e iniciativa do autor desta pesquisa. No ano de 2017, o projeto recebeu o apoio do programa de incentivo à pesquisa acadêmica do Centro Universitário de União da Vitória – UNIUV, qual disponibilizou uma bolsa de estudos parcial para que 3 alunos do curso de Sistemas de Informação atuassem como monitores no projeto.

O projeto iniciou com 25 alunos das primeiras e segundas séries do Ensino Médio. Destes, 15 são da Escola de Educação Básica Nilo Peçanha e 10 da Escola de Educação Básica Professor Balduino Cardoso, ambas escolas públicas estaduais localizadas no município de Porto União, Santa Catarina.

A seleção dos alunos participantes aconteceu por meio da escolha de professores, direção e equipe pedagógica das escolas. As aulas do referido projeto aconteceram no período do contraturno. No começo das aulas, devido ao número de alunos, em cada uma das escolas os alunos foram divididos em 2 grupos, sendo que na Escola Balduino Cardoso, dois grupos com 5 alunos e na Escola Nilo Peçanha, 2 grupos com 7 e 8 alunos respectivamente. Para cada grupo, as aulas aconteciam uma vez por semana, totalizando 2 horas/aulas.

Dos 25 alunos que iniciaram no projeto, 9 permaneceram até o final das aulas, sendo os demais considerados evadidos. Dentre os motivos elencados pelos alunos para a evasão estão em primeiro lugar o fato de começarem a trabalhar ou fazer estágio (12 alunos); não gostaram ou acharam muito difícil (3 alunos); expulsos do projeto pela direção da escola por descumprirem as regras internas (1 aluno). Para as aulas foram utilizados os *kits* de robótica da Lego, em suas versões RCX e NXT e Modelix 3.6.

3.2.3 Condições da Estrutura Física e dos Equipamentos das Escolas

3.2.3.1 Espaço para as aulas

Na Escola Balduino Cardoso, como era a primeira vez que a escola iria oferecer um projeto de robótica, não havia disponível um espaço adequado para as aulas. Na maioria das vezes, quando não estava ocupado, o laboratório de informática era o local onde aconteciam as aulas. Quando o local estava ocupado, as aulas eram remanejadas para outros espaços da escola como biblioteca, refeitório, sala de vídeo. Para abrigar os materiais foi obtido via doação uma caixa organizadora construída em madeira. Ao término das aulas do projeto, a caixa era guardada em um local seguro. Os alunos do projeto realizaram alguns desenhos temáticos para enfeitar a caixa, conforme mostra a figura 18 abaixo:

Figura 18 - Caixa Organizadora do Kit de Robótica Modelix



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Na Escola Nilo Peçanha, há registros de que já se havia tentado implantar um projeto de robótica em anos anteriores. Por isso, a mesma já possuía uma sala para se trabalhar com a robótica. Como o prédio da escola foi construído sem o planejamento para um espaço para se trabalhar com a robótica, a solução encontrada pela gestão escolar foi adaptar uma sala para abrigar os materiais e criar um espaço para as aulas, a mesma foi projetada no meio de corredor usando divisórias de parede conforme mostra a figura 19:

Figura 19 - Vista externa da sala de Robótica da Escola Nilo Peçanha



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Para abrigar os materiais os *kits* eram organizados nas maletas e guardados em 2 armários dispostos na sala. Nos armários também eram guardadas as revistas, o carregador de pilhas, as pilhas recarregáveis e os manuais técnicos, conforme ilustrado na figura 20:

Figura 20 - Caixas organizadoras dos Kits de Robótica LEGO



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

3.2.3.2 Sobre as condições dos materiais

Na Escola Balduino Cardoso, por se tratar de um material recém comprado, nunca utilizado, o kit estava em perfeitas condições. Mas por outro lado faltava para o kit, não disponibilizado pela fabricante, as pilhas AA. A escola comprou as pilhas recarregáveis e um carregador. O laboratório de informática da escola estava em boas condições de uso, porém o sistema operacional utilizado era o Linux Educacional 3.0, na qual o Software Modelix System Pro, utilizado para a programação do Kit, não possui uma versão para esta plataforma. Para resolver a situação, a escola cedeu para a utilização do projeto um notebook, este com sistema compatível para a instalação do software da fabricante.

Na Escola Nilo Peçanha, os *kits* inicialmente foram encontrados sem condições de utilização. Como já descrito acima, a escola já havia tentado implantar um projeto de robótica. O espaço, bem como os materiais dos *kits* Lego RCX, era utilizado apenas por professores do ensino regular, sem uma pessoa responsável por manter a organização da sala e dos materiais, com os materiais ficando desorganizados. Em vista disso foi preciso, antes de iniciar as aulas do projeto, realizar uma organização dos materiais de cada kit, fazendo a contagem das peças. O kit Lego NXT encontrava-se com as peças embaladas ainda, conforme mostra a figura 21, ou seja, ainda não haviam sido utilizadas.

Figura 21 - Kit Lego NXT da Escola Nilo Peçanha



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

O laboratório de informática da escola estava em boas condições de uso, mas era bastante utilizado pelos professores e como o projeto acontecia durante a tarde toda, era difícil conseguir o agendamento para o uso. A escola não possuía nenhum computador disponível para ser utilizado no projeto. Um dos monitores do projeto fez a doação de um computador, o mesmo pode ser utilizado para instalação do Software para realizar a programação dos robôs.

3.2.4 Metodologia das Aulas do Projeto de Robótica Educacional

As aulas deste projeto “se dividiram” em 2 grandes momentos: a **montagem** dos protótipos robóticos e a sua **programação**. No começo, os alunos realizaram somente a montagem dos robôs, com o objetivo de entenderem o funcionamento dos componentes (motores, sensores, controladores e estrutura). Na Escola Nilo Peçanha os alunos utilizaram somente o *kit* Lego RCX 2.0 e na escola Balduino Cardoso foi utilizado o *kit* Modelix.

A metodologia didático/pedagógica do Lego para o ensino médio, sugerida pela empresa ZOOM prevê que o trabalho seja realizado em equipe, porém cada membro tem uma função/tarefa a ser executada. Segundo o Manual Didático Pedagógico Lego (FEITOSA, 2013) são:

- **Organizador:** é o responsável pela organização geral, selecionar as peças em conjunto com o construtor, desmontar o projeto e guardar as peças.
- **Construtor:** é o responsável pela coordenação das montagens, de forma que todos participem da montagem.
- **Programador:** é o responsável pela elaboração da programação e pela automação da montagem.
- **Apresentador/Líder:** é o responsável pela apresentação do projeto. E também tirar as dúvidas do grupo com o educador, ele também é o responsável por organizar o planejamento do projeto.

O *kit* Modelix, por sua vez, não apresenta uma metodologia para as aulas. Inicialmente os alunos de ambas as escolas, montavam os protótipos utilizando-se dos manuais disponibilizados pelos *kits*. No Lego os projetos eram montados conforme o tutorial das revistas, conforme figura 22 e no Modelix os manuais de montagem no formato PDF.

Figura 22 - Revistas da LEGO RCX



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

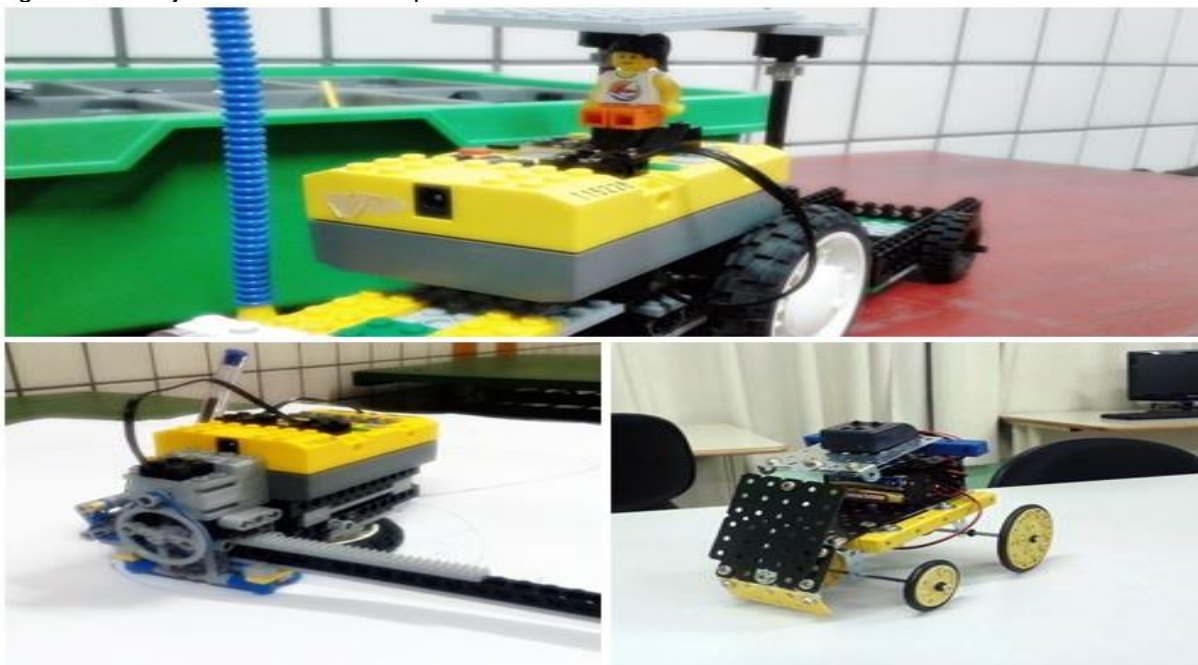
Para a montagem dos projetos os alunos precisavam trabalhar de forma colaborativa, sendo que as equipes eram definidas pelos professores do projeto antes da aula, por meio de sorteio, portanto, em todas as aulas as equipes eram diferentes, estimulando assim os alunos a trabalharem em grupos diferentes dos que estão habituados. As equipes eram formadas por 3 a 5 membros. Em cada aula as equipes montavam um projeto diferente, que iam de brinquedos (como carrinhos, animais, etc.) até projetos de automação (como alarmes, sensores de incêndio, guindastes automatizados, entre outros). As figuras 23 e 24 mostram alguns projetos desenvolvidos pelos alunos durante as aulas.

Figura 23 - Projetos desenvolvidos pelos alunos nas aulas do projeto de robótica



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Figura 24 - Projetos desenvolvidos pelos alunos durante as aulas



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Um dos princípios da utilização da Robótica Educacional é o trabalho em equipe, em todas as aulas os alunos eram estimulados a trabalhar de forma

colaborativa tanto nas atividades de montagem como na programação dos robôs. A figura 25 ilustra os alunos trabalhando em equipe durante as aulas do projeto.

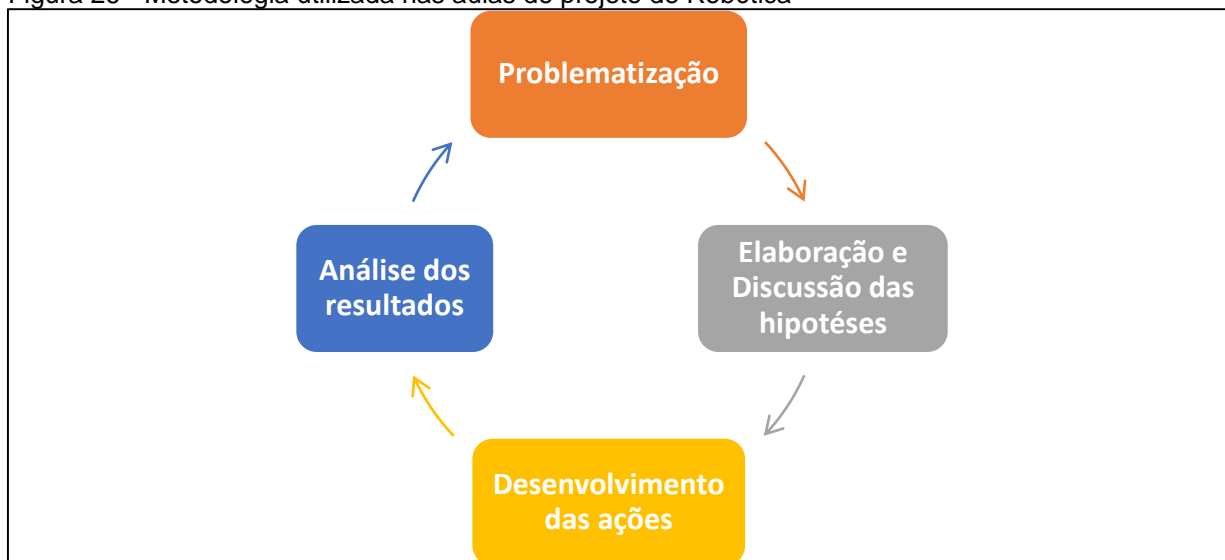
Figura 25 - Alunos desenvolvendo os projetos nas aulas de Robótica



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Para uma aprendizagem significativa nas aulas do projeto de robótica, os alunos sempre eram estimulados a realizar um planejamento antes de executar as tarefas, de forma a pensar, estruturar suas ideias, elaborar hipóteses para enfim, chegar aos objetivos propostos. Em função disso, a Robótica Educacional pode ser vista como uma aprendizagem baseada em problemas. Para se trabalhar a robótica sob este contexto, a metodologia das aulas do projeto seguiam quatro momentos distintos, ilustrada na figura 26:

Figura 26 - Metodologia utilizada nas aulas do projeto de Robótica



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Na problematização, são expostas as atividades aos alunos na forma de desafios/situações problemas a fim de incentivar a aprendizagem por descoberta e estimulá-los a utilizar o raciocínio para a resolução do problema, a exemplo como fazer um robô ser percorrer um percurso no menor tempo possível. No segundo momento, os alunos de forma colaborativa listam as possíveis soluções, apontando como será o processo, quais componentes ou sensores serão utilizados, qual tipo de objeto será construído. Nesta hora, é importante salientar a importância do respeito às opiniões e ideias dos outros, bem como, o trabalho em equipe. No terceiro momento, os alunos precisam colocar em prática as ideias discutidas. É a fase de testes, da aplicação das possibilidades e hipóteses elencadas pelo grupo para resolver o problema proposto. Na análise dos resultados, o objetivo é verificar os dados obtidos com a aplicação das possíveis soluções, o objetivo é verificar se a resolução do problema aconteceu ou não de maneira eficaz.

Estes momentos formam um ciclo contínuo até que de fato o problema seja solucionado, instigando o aluno a desenvolver o raciocínio lógico através do controle, da programação, da experimentação, da reflexão e da busca por uma solução para os problemas.

Durante algumas aulas os *kits* de robótica foram substituídos por materiais alternativos e reaproveitamento de sucata. Esse tipo de trabalho é chamado de robótica sustentável ou robótica com sucata, conforme detalhado na seção 2.4.2 que

descreve algumas tecnologias utilizadas para se trabalhar com a Robótica Educacional. A ideia de trabalhar a robótica com sucata chegou ao autor por meio das atividades desenvolvidas no grupo de pesquisa de Simuladores e Robótica Educacional do Mestrado em Educação e Novas Tecnologias da UNINTER. O objetivo de se trabalhar com a robótica sustentável nas aulas do projeto (ilustrado na figura 27) foi o de mostrar aos alunos que o uso da robótica pode ser realizada sem altos investimentos, ou até mesmo sem investimento algum, possibilitando assim que os alunos possam expandir a sua utilização para ambientes fora da escola.

Figura 27 - Projetos com a utilização da Robótica Sustentável



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Como já mencionado anteriormente, as aulas do referido projeto foram divididos em dois grandes momentos: a montagem dos protótipos robóticos e a sua programação. Para a programação os alunos das escolas foram reunidos em um único grupo para participaram das aulas. Foram utilizados o kit Modelix na qual a programação era realizada pelo software Modelix System Pro e o kit Lego na sua versão NXT, utilizando-se o software NXT para realizar a programação.

Antes dos alunos trabalharem na programação nos *kits*, foi realizada uma aula para introduzir conceitos básicos da lógica de programação, objetivando explicar algumas noções básicas do pensamento computacional e como funciona os

algoritmos que utilizam uma programação sequencial. Ainda antes da utilização dos softwares disponibilizados pelos fabricantes dos *kits*, os alunos utilizaram alguns simuladores conforme mostra a figura 28, como uma forma de entenderem melhor como utilizar de comandos para controlar um protótipo. Os simuladores utilizados foram o Super Logo⁹ e o Scratch¹⁰, ambos baseados na linguagem LOGO, já descrito anteriormente neste trabalho.

Figura 28 - Alunos utilizando o Software Scratch



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

A grande vantagem da utilização dos simuladores é permitir aos alunos conhecerem alguns princípios da robótica de forma simulada, sem o risco de danificar qualquer componente físico.

Após a utilização dos simuladores, os alunos passaram a utilizar os softwares dos fabricantes dos *kits*, controlando os objetos físicos desenvolvidos. Primeiramente os alunos utilizaram a programação dos protótipos do *kit* Modelix, as primeiras aulas foram expositivas, na qual os alunos aprenderam como utilizar as funções e ferramentas do software Modelix System Pro. Após as aulas voltaram a seguir a

⁹ Super Logo é um software baseado na linguagem LOGO criado e mantido pelo Núcleo de Informática aplicado à Educação da Universidade de Campinas – UNICAMP. Site do Projeto: <http://www.nied.unicamp.br/?q=content/super-logo-30>

¹⁰ Scratch é um projeto do Lifelong Kindergarten Group do MIT Media Lab que ajuda os jovens a pensar de forma criativa, a raciocinar sistematicamente e a trabalhar colaborativamente. Informações retiradas do site mantenedor do projeto, disponível em: <https://scratch.mit.edu/about>.

metodologia da aprendizagem baseada em problemas, em que os alunos recebiam desafios a serem cumpridos. Para o Modelix optou-se por desafios que utilizem conceitos da automação, como por exemplo, criar um alarme sonoro utilizando sensor de presença, onde os alunos deveriam programar o protótipo conforme as regras, por exemplo: bipar por 30 segundos ou até ser desativado ou disparar se o sensor encontrar um objeto em uma distância entre 1 a 20 centímetros. Além desta atividade os alunos desenvolveram, utilizando o kit Modelix, projetos para sistema de incêndio, cancela de estacionamento, guindaste controlado por controle remoto infravermelho e sensor de estacionamento. Em todos os projetos listados acima, os alunos somente recebiam a descrição das atividades propostas, estas em formas de problemas contextualizados, como no exemplo confeccionado pelo autor e descrito abaixo:

- **Atividade 4 - Sistema de detecção de incêndio:** Você é o responsável pela segurança de uma escola e precisa desenvolver um projeto de medida preventiva contra incêndios. A proposta é criar um sistema que avise por meio de uma sirene e luz de emergência quando houver um princípio de incêndio. A sirene e luz de emergência serão acionados quando a temperatura ambiente for maior do que 40 graus.

Com base no problema apresentado os alunos seguiam a mesma proposta elencada na montagem dos robôs: problematização, elaboração e discussão de hipóteses, desenvolvimento das propostas elencadas e análise dos resultados. Nessas atividades, após os testes e comprovação dos resultados, os alunos precisavam apresentar o projeto para alguns grupos de pessoas da escola como professores, funcionários ou colegas.

Na utilização do kit Lego NXT, diferentemente do Modelix, os alunos não precisavam montar um projeto a cada aula para poder programar os robôs. Os alunos utilizaram os dois *kits* disponíveis na escola, com eles montaram um projeto de um carro contendo duas rodas traseiras e uma roda dianteira do tipo “roda boba”. Este protótipo foi utilizado em todas as aulas, sendo que as únicas mudanças realizadas era a substituição dos sensores quando necessário. As figuras 29 e 30 ilustram os alunos realizando a programação no kit Lego NXT.

Figura 29 - Alunos programando o controlador LEGO NXT



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Figura 30 - Alunos programando o LEGO NXT



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

A etapa da programação também foi realizada sob a metodologia PBL, na qual os alunos tinham desafios a serem cumpridos, propostos pelo professor por meio de trilhas em que o robô deveria percorrer. Para isso, os alunos eram os responsáveis por programar os robôs para cumprir os desafios, ilustrados na figura 31. Como

havia 2 *kits*, os alunos eram divididos em equipes que competiam entre si para ver qual tinha a melhor desempenho na realização das atividades.

Figura 31 - Execução dos desafios propostos



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

3.3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.3.1 Materiais Utilizados

1- Teste psicológico D2 – Atenção Concentrada - Rolf Brickenkamp

O teste D2 é um teste de atenção concentrada visual e foi elaborado com o objetivo inicial de medir a aptidão para dirigir. No entanto, mostrou sua utilidade para auxiliar a avaliação de outras profissões que exigem atenção concentrada. Araújo (2016) diz que o teste D2 é um dos instrumentos de avaliação psicológica mais utilizados internacionalmente para a mensuração da atenção concentrada. Foi criado na Alemanha, sua vantagem sobre os demais testes é que o teste D2 permite um exame mais detalhado da atenção concentrada e da capacidade de concentração, pois possibilita uma análise da flutuação da atenção (BRICKENKAMP, 2000).

O teste fornece vários tipos de resultados que tornam possível avaliar separadamente a rapidez, a exatidão, a qualidade da atenção e a flutuação no

desempenho, que podem indicar distúrbios na atenção e na qualidade do trabalho. Pode ser aplicado em pessoas de 9 a 52 anos (BRICKENKAMP, 2000). O teste surgiu no ano de 1955 e passou por uma revisão no ano 2000. De acordo com o seu manual, foi elaborado para diagnóstico altamente objetivo e os resultados obtidos são independente da inteligência.

A folha do teste é utilizada em duas faces: frente e verso. Na frente é utilizado para apuração dos dados e no verso são impressas no sentido horizontal 14 linhas, cada uma com 47 sinais. Ao todo existem 16 sinais diferentes, resultantes da combinação sistêmica de quatro elementos, que se repetem em uma sequência aleatória. O sujeito deverá marcar três sinais determinados (sempre a letra “d” acompanhada de dois traços) na sequência de sinais misturados (BRICKENKAMP, 2000).

Indicadores obtidos com o teste:

Segundo o manual do teste (BRICKENKAMP, 2000) os indicadores obtidos são:

- **Resultado Bruto (RB):** número total de sinais assinados. Indica a rapidez do desempenho no teste ou desempenho quantitativo. O resultado é somado primeiramente por linha, contando quantos sinais o sujeito conseguiu realizar no tempo de 20 segundos, após soma-se este valor das 14 linhas do teste, obtendo-se então o RB.

- **Avaliação dos erros:** Os erros são avaliados em 2 categorias:

Erro tipo 1 - Sinais omitidos: são os sinais que deixaram de ser assinalados pelo sujeito.

Erro tipo2 - Marcação com o sinal errado, quando os sinais foram riscados a mais, são os sinais que não deveriam ser assinalados.

- **Total de erros (TE):** Somam-se os total de erros das 14 linhas.
- **E% - Porcentagem de erros:** o total de erros (TE) é transformado em porcentagem de erros pela fórmula: $E\% = 100 \times TE / RB$
- **Resultado líquido (RL):** Considera-se o resultado líquido (RL) o valor do resultado bruto (RB) menos o total de erros ($RL = RB - TE$). No resultado líquido

avalia-se o total de sinais assinalados corretamente. Indica a atenção concentrada do sujeito.

- **Cálculo da amplitude de oscilação do desempenho (AO):** Para determinar a AO, deve-se inicialmente identificar a linha em que o sujeito conseguiu examinar o maior número de sinais e aquela que examinou o menor número, subtrai-se o valor menor do maior. A diferença entre o resultado de ambas as linhas é a amplitude de oscilação.

O teste foi aplicado, corrigido e analisado por uma psicóloga cadastrada¹¹ no Conselho Regional de Psicologia – CRP, a qual sob as normas do CRP manterá os testes guardados em um local seguro e sigiloso por um período de 5 anos. Neste teste, os sujeitos da pesquisa são codificados pelo codinome (por exemplo, A1, A2, etc). O projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo comitê de ética do Centro Universitário Internacional – Uninter sob o parecer nº 2.442.457 (o parecer encontra-se no anexo 1). Os dados obtidos pelos testes foram de uso exclusivo para a referente pesquisa.

2- Questionário para professores das escolas participantes do projeto da pesquisa

Consiste em um questionário com questões abertas para os professores das escolas participantes da pesquisa. Responderam ao questionário 7 professores, sendo que as suas participações tiveram o objetivo foi constatar a opinião dos mesmos sobre a importância da atenção concentrada para o processo de aprendizagem do aluno.

3- Questionário para alunos sujeitos da pesquisa

Questionário 1: É um questionário com questões fechadas para os sujeitos da pesquisa (grupo de participantes e controle) com o objetivo de verificar aspectos sobre

¹¹ A psicóloga responsável pela aplicação e correção dos testes utilizados na pesquisa é cadastrada no Conselho Regional de Psicologia – CRP sob o número 08/02562.

a capacidade de manter-se concentrado na execução das atividades escolares e sua percepção sobre a capacidade de concentração em atividades do cotidiano escolar.

Questionário 2: Ao término do projeto, os alunos participantes responderam uma questão aberta sobre se houve ou não uma percepção sobre a melhora na capacidade de concentração.

3.3.2 Coleta e Análise dos Dados

1- Sobre a aplicação do teste D2

A aplicação do teste D2 ocorreu em dois momentos: antes do início e ao término das aulas do projeto de robótica. Tanto a aplicação como a reaplicação do teste aconteceram no mesmo espaço físico. Também foram realizados no mesmo horário (período matutino) para não comprometer os dados. Embora o manual sugira como estratégia para amenizar o efeito da aprendizagem no teste a diminuição do tempo de 20 para 15 segundos por linha, optou-se em acordo com a psicóloga responsável pela aplicação em manter o tempo de 20 segundos, pelo motivo que o período entre a aplicação e reaplicação foi de 7 meses.

O uso dos dados está restrito somente a referida pesquisa com o objetivo de avaliar a atenção concentrada dos alunos. Os dados obtidos com os testes não foram utilizados com o objetivo de avaliação para outras disciplinas do currículo escolar. A figura 32 ilustra a psicóloga aplicando o teste D2 com os alunos.

Figura 32 - Alunos realizando o teste de atenção concentrada D2



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

2- Sobre a análise dos dados obtidos no teste D2

Para a análise dos dados obtidos nas aplicações do teste foi utilizada a tabela da padronização brasileira E2 disposta no manual do teste ilustrada na figura 33, que avalia os estudantes do 2º grau, atualmente ensino médio. A tabela serve para que a partir dos dados obtidos possam ser convertidos em percentis, que tem como o objetivo de demonstrar um indicador de desempenho qualitativo de acordo com a idade e escolaridade do sujeito. Os percentis são gerados para os indicadores do resultado bruto (rapidez), resultado líquido (atenção concentrada), E% (precisão) e amplitude de oscilação (ritmo de trabalho e capacidade de concentração).

Figura 33 - Normalização Brasileira do teste D2 para estudantes do 2º grau

| E2. Estudantes 2º Grau | | | | | | |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|----|
| (15a 0m – 22a 11m) | | | | | | |
| N=377 | | | | | | |
| Percentil | RB | | RL | | E% | AO |
| 1 | 0 | 260 | 0 | 242 | | |
| 5 | 261 | 312 | 243 | 291 | | |
| 10 | 313 | 340 | 292 | 317 | 11,9 | 27 |
| 20 | 341 | 373 | 318 | 348 | | |
| 25 | 374 | 386 | 349 | 360 | 7,5 | 21 |
| 30 | 387 | 397 | 361 | 371 | | |
| 40 | 398 | 418 | 372 | 391 | | |
| 50 | 419 | 437 | 392 | 409 | 4,7 | 16 |
| 60 | 438 | 457 | 410 | 427 | | |
| 70 | 458 | 477 | 428 | 446 | | |
| 75 | 478 | 489 | 447 | 457 | 2,6 | 12 |
| 80 | 490 | 501 | 458 | 469 | | |
| 90 | 502 | 535 | 470 | 501 | 1,4 | 9 |
| 95 | 536 | 563 | 502 | 527 | | |
| 99 | 564 | 614 | 528 | 576 | | |
| M | 438 | | 409 | | | |
| D.P | 76 | | 72 | | | |

FONTE: BRICKENKAMP, 2000

Ainda, para uma análise estatística dos dados, o trabalho utilizou-se de três testes de hipóteses, um deles para verificar se os dados obtidos pelos sujeitos no teste de atenção concentrada D2 provém de uma distribuição normal e outros dois para determinar se há ou não significância entre as médias dos grupos de participantes e controle nos indicadores avaliados no teste de atenção concentrada D2. Mais detalhes sobre os testes são descritos abaixo:

A) Teste de Shapiro-Wilk:

Para verificar se houve significâncias entre as médias obtidas pelos grupos de participantes e controle foi utilizado um teste paramétrico. Para utilizar este tipo de

teste, os dados precisam estar em uma distribuição normal para ter validade estatística. Para verificar a distribuição normal dos dados o teste Shapiro-Wilk foi utilizado. Um dos motivos da sua escolha foi a análise do estudo realizado por Leotti *et al* (2012) em que compara vários testes de normalidade e comprovou que o teste de Shapiro-Wilk é o mais confiável para verificar a distribuição normal dos dados.

Nazareth (1996) destaca que o teste de Shapiro-Wilk testa a hipótese de que uma amostra tem os dados normalmente distribuídos. A fórmula do teste calcula o valor p , que se é menor que o nível de significância escolhido, a hipótese nula é rejeitada e há evidências de que os dados testados não são de uma população normalmente distribuída. Já se o valor p for maior que o nível de significância escolhido, significa que os dados vieram de uma população normalmente distribuída não pode ser rejeitada (NAZARETH, 1996). O nível de significância estipulado como padrão para o teste é de 5%. Observando um exemplo, se realizar uma amostra no teste utilizando este valor como significância e o resultado do valor de p for 0,7567 (superior à 0,05) significa que os dados seguem uma distribuição normal.

B) Teste t pareado

O teste t pareado é utilizado para analisar o mesmo conjunto de itens que foram medidos sob duas condições diferentes (NAZARETH, 1996). Pode ser utilizado, por exemplo, para medir os dados obtidos sobre o mesmo assunto antes e depois de um tratamento. Para o teste t pareado é preciso determinar um nível de confiança. Para os testes realizados nesta pesquisa utilizou-se um nível de confiança de 95%. A aplicação do teste retorna um valor de p , que é interpretado da seguinte forma:

Valor de $p \leq$ (menor ou igual) do que o resultado de 100 menos o nível de confiança (definido) dividido por 100: A diferença entre as médias é estatisticamente significativa.

Valor de $p >$ (maior) do que o resultado de 100 menos nível de confiança (definido) dividido por 100: A diferença entre as médias não é estatisticamente significativa.

C) Teste de Wilcoxon pareado

O Teste de Wilcoxon pareado é um teste não-paramétrico, utilizado como uma alternativa ao teste t pareado. Por se tratar de um teste não paramétrico pode ser utilizado quando os dados não provêm de uma distribuição normal. O teste é utilizado para duas amostras dependentes, usado para testar se há diferenças entre 2 médias. Se o p-valor, for menor do que 0,05% então, ao nível de significância de 5% existem evidências de diferença entre as duas amostras (NAZARETH, 1996).

3.3.3 Métodos – Procedimentos

Para avaliar se a utilização da Robótica Educacional pode contribuir como um recurso pedagógico no estímulo do desenvolvimento da atenção concentrada dos alunos sujeitos da pesquisa será seguido os seguintes procedimentos:

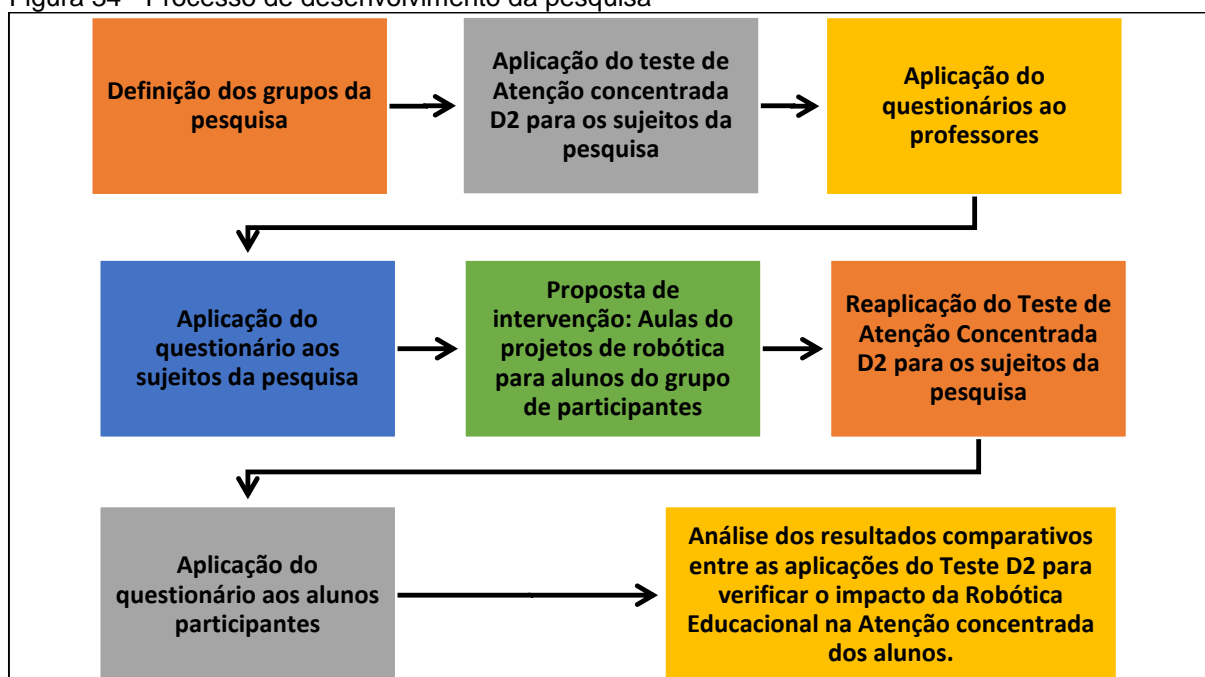
- aplicação do teste de atenção concentrada D2 antes do início do projeto de robótica. O teste foi realizado com os 18 sujeitos da pesquisa distribuídos no grupo de participantes e grupo de controle.
- aplicação do questionário aos sujeitos da pesquisa, objetivando que os mesmos realizem uma autoavaliação sobre a sua capacidade de concentração em atividades inerentes ao ambiente escolar.
- aplicação do questionário com questões abertas aos professores dos sujeitos da pesquisa buscando a discussão sobre a importância da atenção concentrada para o processo de aprendizagem, elencar quais os principais elementos que distraem os alunos, refletir sobre quais os possíveis meios para fazer com que o aluno mantenha-se focado nas atividades escolares e por fim, se acreditam que a robótica educacional pode contribuir para a melhora da atenção concentrada do aluno.
- planejamento e execução de atividades pedagógicas utilizando os *kits* de Robótica Educacional para os alunos participantes do projeto de robótica. As aulas foram desenvolvidas sob a metodologia PBL utilizando-se de atividades que exigiam a atenção concentração durante o seu desenvolvimento. As aulas aconteceram por um período de 7 meses, totalizando aproximadamente 100 horas/aulas.
- reaplicação do teste de atenção concentrada para os sujeitos da pesquisa com o objetivo de avaliar comparativamente os dados obtidos entre o grupo de participantes

e controle, buscando constatar qual foi o impacto do uso da Robótica Educacional na atenção concentrada dos alunos.

- questionar os alunos participantes sobre a sua percepção se houve melhora na sua capacidade de concentração após a participação das aulas do projeto de robótica.

Na figura 34 é exposto o processo em que se desenvolveu a presente pesquisa:

Figura 34 - Processo de desenvolvimento da pesquisa



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

4 RESULTADOS

4.1 RESULTADOS ALCANÇADOS COM A PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Como já mencionado, a presente pesquisa originou-se a partir da execução de um projeto denominado “A aplicação da Robótica Educacional nas escolas públicas do município de Porto União – SC”, que consistiu em realizar um resgate do uso dos kits de robótica cedido pelo Governo de Santa Catarina para uma das escolas em que o projeto foi aplicado. Por meio de ações direta do autor e com o apoio da direção da escola foi comprado utilizando recursos financeiros providos de rifas, bingos e festas para a outra escola participante deste projeto. O projeto iniciou-se de forma voluntária no ano de 2017 e está sendo mantido no ano 2018, evidenciando que a proposta de realizar o resgate do material foi e está sendo realizada. Os resultados das ações do projeto vêm sendo apresentados para a comunidade por meio da exposição dos trabalhos em feiras de ciências das escolas e mostras multidisciplinar, quebrando um paradigma local de que a Robótica Educacional está presente somente nas escolas particulares do município de Porto União – SC.

Quanto a metodologia proposta pelas fabricantes dos *Kits* utilizados, após algumas semanas de ambientação dos alunos com os *kits* de robótica, foi proposto pelo autor em conjunto com os monitores do projeto, uma mudança na metodologia das aulas. Até então, os alunos montavam seus projetos seguindo uma instrução da revista ou manuais disponibilizados pelos fabricantes dos *kits*. Este processo de seguir instruções, um passo a passo para montar um projeto pode ser considerado contendo traços do paradigma instrucionista. Buscando se basear e alinhar o projeto ao construcionismo, que para Papert (1994) tem como meta ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino, houve uma mudança de metodologia para que estimulasse os alunos possam refletir sobre as suas ações e possibilitando resolver os problemas por meio da análise e que aprendam com os seus erros. Para isso, os alunos começaram a desenvolver seus projetos sem o auxílio da revista ou manuais. No começo da inserção desta nova metodologia houve várias frustrações por parte dos alunos, pois muitos não conseguiam desenvolver seus projetos com a mesma autonomia que faziam quando utilizavam os manuais como guias. Por outro lado, foi possível observar que a utilização desta nova metodologia

se mostrou muito mais eficaz nos seguintes aspectos observados pelo autor: a) aumento da capacidade de realizar um melhor planejamento para conseguir êxito nos projetos; b) melhora na forma de trabalhar em equipe, mais interação e discussão entre os membros; c) maior estímulo do raciocínio lógico para a resolução dos problemas; e) melhor utilização da criatividade nos projetos.

Por meio da observação participante foi possível constatar que além de fazer o resgate do material de Robótica Educacional cedido pelo Governo do Estado, que por algumas situações nem se quer foi utilizado conforme ilustra a figura 21 deste trabalho, ou utilizado sem explorar o todo o seu potencial, enfatizado por alguns professores de uma das escolas participantes do projeto, que disseram frases como “Eu não sabia que dava para fazer isso com o LEGO”; “Até que enfim isto (LEGO) está sendo utilizado para alguma coisa”; “Não sabia que dava para programar os robôs montados”. Neste pressuposto, o projeto vem contribuindo para a melhora de algumas competências dos alunos como o relacionamento interpessoal, a criatividade, a resolução de problemas (CUCU; MEDEIROS, 2017). Além disso, o projeto impacta diretamente na motivação dos alunos participantes, que demonstram um grande interesse na participação das aulas.

4.2 RESULTADOS DO TESTE DE ATENÇÃO CONCENTRADA D2

A seguir, será demonstrado os resultados dos testes de atenção concentrada D2. Os dados apresentados representam todos os indicadores obtidos por meio da aplicação do teste, sendo eles: análise da rapidez, atenção concentrada, rapidez acompanhada de precisão e amplitude de oscilação. A análise ocorreu definindo o percentil de cada item descrito acima, sendo que foi utilizada a tabela da normalização brasileira E2 disposta no manual e exemplificada na figura 33 deste trabalho, a qual avalia estudantes do ensino médio.

Em anexo, encontra-se as tabelas com os resultados individuais dos sujeitos da pesquisa, no resultado individual foi realizada uma análise dos percentis sugeridos pela tabela de normalização. Buscando transformar estes percentis em indicadores qualitativos, os mesmos foram definidos pelo autor em um consenso com a psicóloga responsável pela aplicação do teste como:

Inferior: Percentil entre 0 a 24

Inferior à média: Percentil entre 25 a 49

Média: Percentil entre 50 a 74

Acima da média: Percentil 75 a 89

Superior: Percentil igual ou superior a 90.

Nesta secção os resultados serão apresentados na seguinte ordem:

1- RESULTADOS DAS APLICAÇÕES DO TESTE DE ATENÇÃO CONCENTRADA D2

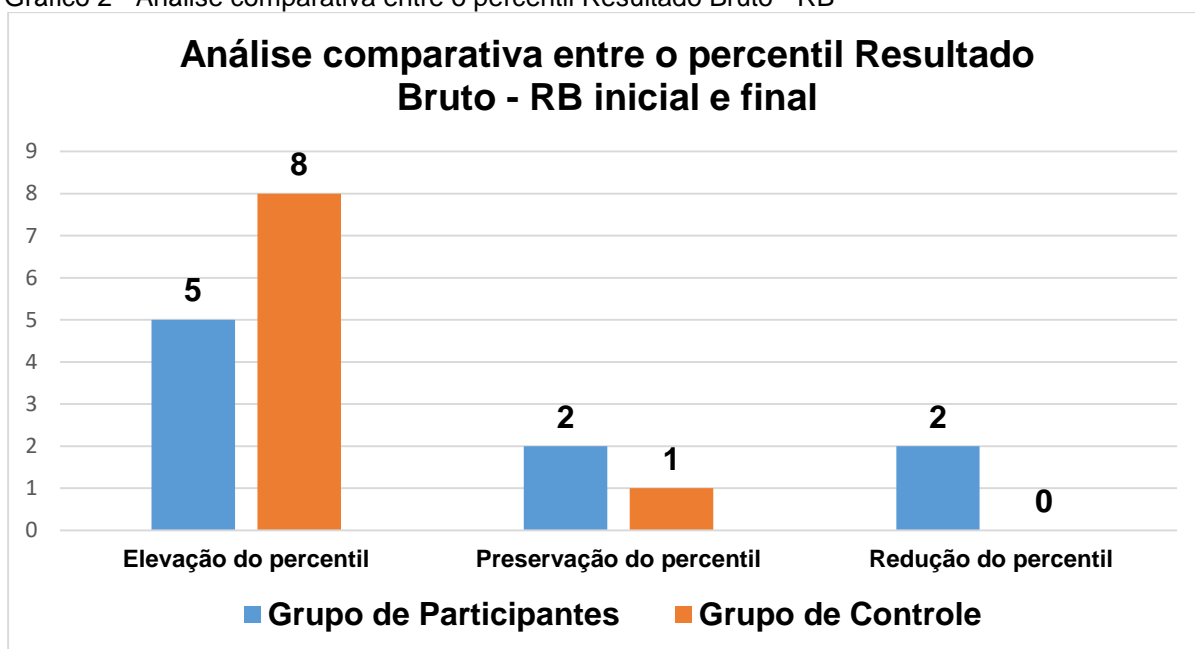
Resultados por sujeito nos indicadores avaliados no teste D2

Na sequência é apresentado um comparativo para os indicadores de rapidez, atenção concentrada, rapidez acompanhada de precisão, ritmo de trabalho e rapidez acompanhada de precisão concomitante com o ritmo de trabalho, sinalizando se o sujeito teve uma elevação, preservação ou redução do percentil nos indicadores propostos. Os gráficos 2, 3, 4 e 5 destacam os resultados comparativos do percentil do resultado bruto dos sujeitos entre as aplicações do teste de atenção concentrada D2, demonstrando a quantidade de sujeitos que tiveram uma elevação, preservação ou redução do percentil entre as aplicações inicial e final, que, respectivamente, foram realizadas antes e ao término da proposta de intervenção da pesquisa.

1- Rapidez em atividades que exijam atenção – Percentil Resultado Bruto - RB

O gráfico 2 esboça um comparativo do percentil RB, que no teste D2 é o indicador que avalia a rapidez em atividades que exigem atenção.

Gráfico 2 - Análise comparativa entre o percentil Resultado Bruto - RB



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

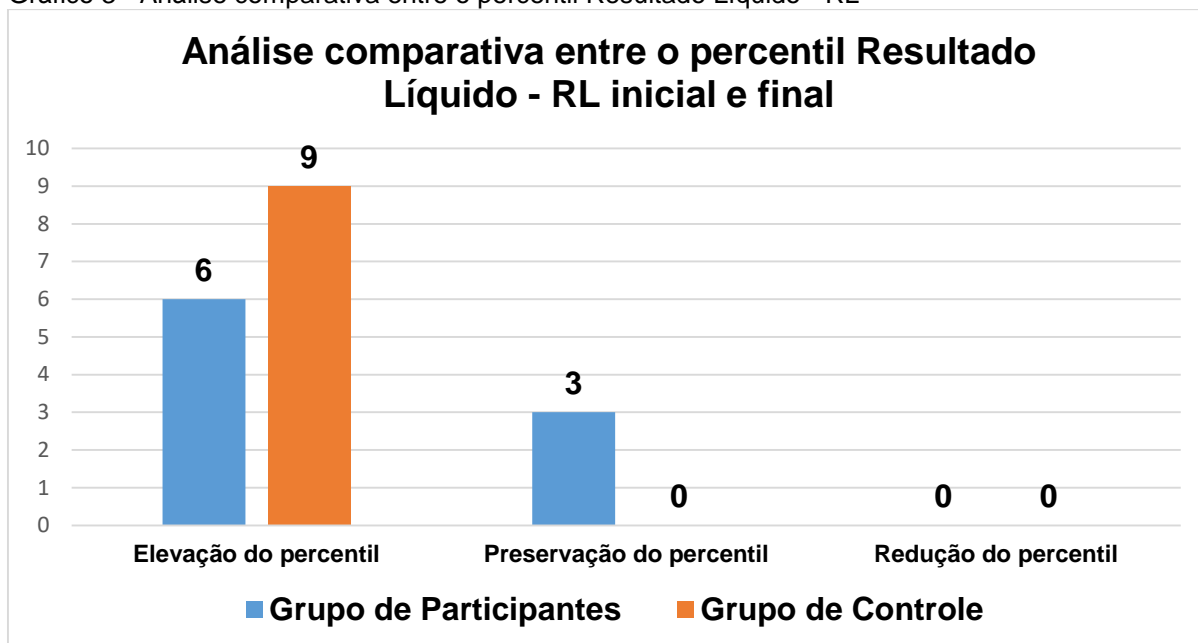
Grupo participantes: 5 sujeitos tiveram uma elevação de percentil (A1, A2, A3, A7 E A9), 2 sujeitos preservaram seus percentis (A8 E A5) e 2 sujeitos diminuíram seus percentis (A4 e A6) no indicador resultado bruto.

Grupo de controle: 8 sujeitos tiveram um aumento no percentil e 1 sujeito manteve o percentil (A12).

2- Rapidez em atividades que exijam atenção concentrada – PERCENTIL RESULTADO LÍQUIDO - RL

O gráfico 3 representa uma análise comparando o percentil do resultado líquido entre a 1ª e a 2ª aplicação do teste de atenção concentrada D2. O resultado líquido é realizado utilizando somente os sinais assinalados corretamente, é calculado pela seguinte forma: resultado bruto (RB) menos a taxa de erros (TE) expressa pela Fórmula: $RL=RB-TE$. O indicador avalia a rapidez em atividades que exigem atenção concentrada.

Gráfico 3 - Análise comparativa entre o percentil Resultado Líquido - RL



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

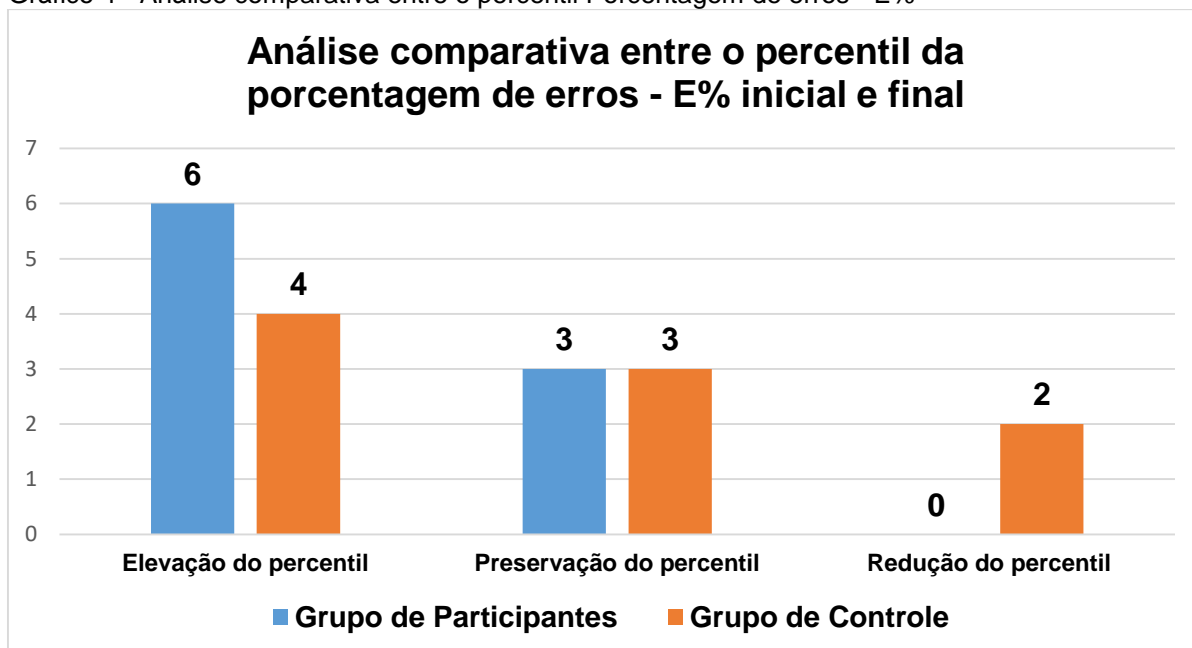
Grupo participantes: 6 sujeitos tiveram uma elevação no percentil (A1, A2, A3, A7, A8 E A9) e 3 sujeitos preservaram seus percentis no quesito resultado líquido (A4, A5 E A6).

Grupo de controle: todos os sujeitos tiveram uma elevação em seus percentis.

3- Rapidez acompanhada de precisão em atividades que exigem atenção – PERCENTIL E%

O gráfico 4 apresenta uma análise comparativa do percentil da porcentagem de erros entre a 1ª e a 2ª aplicação do teste de atenção concentrada D2. Este percentil avalia a rapidez acompanhada de precisão, é definido pela porcentagem de erros que é calculada pela fórmula: $E\% = 100 \times TE/RB$ (sendo que: TE=Total de erros; RB=Resultado bruto).

Gráfico 4 - Análise comparativa entre o percentil Porcentagem de erros - E%



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

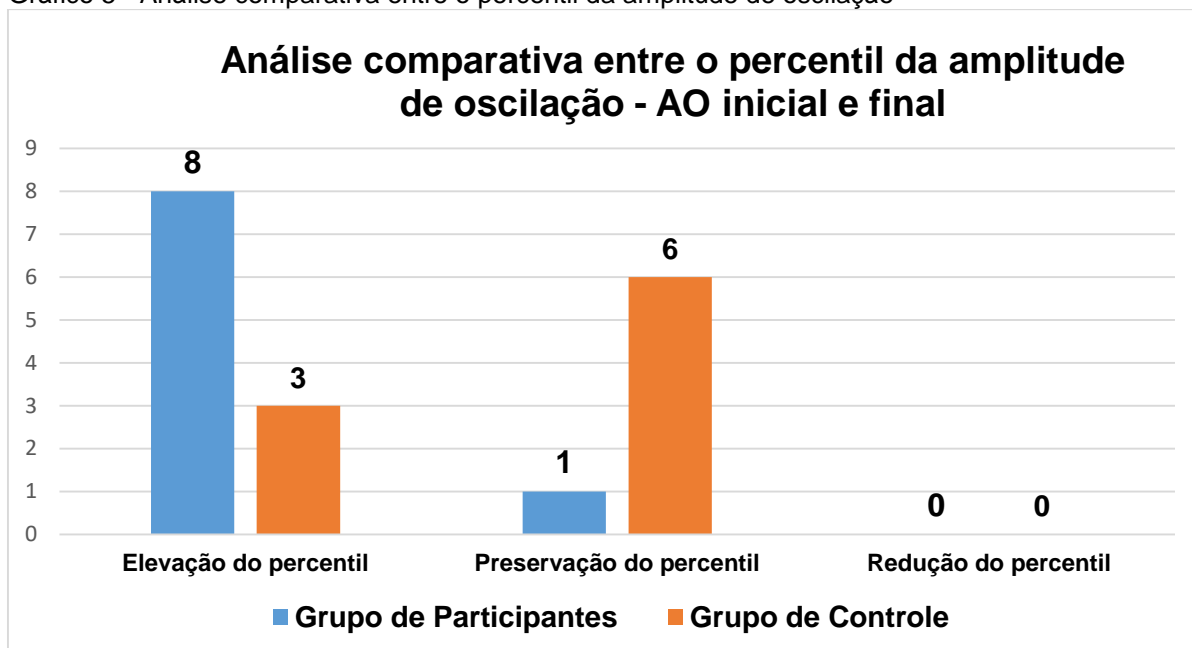
Grupo participantes: 6 sujeitos tiveram uma elevação do percentil E% (A1, A2, A3, A4, A5 e A6) e 3 sujeitos preservaram seus percentis (A7, A8 e A9) no quesito rapidez acompanhada de precisão.

Grupo de controle: 4 sujeitos tiveram uma elevação no percentil E% (A10, A12, A14 e A17), 3 preservaram o percentil (A11, A13 e A16) e 2 tiveram uma diminuição em seus percentis (A15 e A18) na avaliação do desempenho rapidez acompanhada de precisão.

4- Ritmo de trabalho em atividades que exigem atenção concentrada – PERCENTIL AO

O gráfico 5 traz uma análise comparativa do indicador percentil da amplitude de oscilação entre as aplicações do teste de atenção concentrada D2. O percentil AO avalia a estabilidade do sujeito em atividades que exigem concentração, em linha gerais, é a capacidade de manter a concentração em um ritmo estável de trabalho.

Gráfico 5 - Análise comparativa entre o percentil da amplitude de oscilação



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Grupo participantes: 8 sujeitos tiveram uma elevação do percentil e 1 sujeito (A7) preservou o seu percentil no quesito estabilidade/ritmo de trabalho.

Grupo de controle: 3 sujeitos tiveram um aumento (A15, A16 e A18) e 6 sujeitos (A10, A11, A12, A13, A14 e A17) preservaram os seus percentis na avaliação de estabilidade/ritmo de trabalho.

5- Precisão (PERCENTIL E%) + Ritmo de trabalho (PERCENTIL AO) em atividades que exigem atenção.

Os dados apresentados no quadro 3 foram analisados comparando os resultados entre a 1ª e 2ª aplicação do teste de atenção concentrada D2 para os indicadores de precisão (percentil E%) e ritmo de trabalho (percentil AO), os indicadores nesta análise foram utilizados de forma concomitante e indicam o desempenho qualitativo da concentração do aluno.

Quadro 3 - Resultado da precisão concomitante com a oscilação de trabalho

| GRUPO DOS PARTICIPANTES DO PROJETO DE ROBÓTICA | | | | | | |
|--|----------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|
| SUJEITO | PRECISÃO | | | ESTABILIDADE/RITMO DE TRABALHO | | |
| | AUMENTO DO PERCENTIL | MANTEVE O PERCENTIL | DIMINUIÇÃO DO PERCENTIL | AUMENTO DO PERCENTIL | MANTEVE O PERCENTIL | DIMINUIÇÃO DO PERCENTIL |
| A1 | X | | | X | | |
| A2 | X | | | X | | |
| A3 | X | | | X | | |
| A4 | X | | | X | | |
| A5 | X | | | X | | |
| A6 | X | | | X | | |
| A7 | | X | | | X | |
| A8 | | X | | X | | |
| A9 | | X | | X | | |
| GRUPO DE CONTROLE | | | | | | |
| A10 | X | | | | X | |
| A11 | | X | | | X | |
| A12 | X | | | | X | |
| A13 | | X | | | X | |
| A14 | X | | | | X | |
| A15 | | | X | X | | |
| A16 | | X | | X | | |
| A17 | X | | | | X | |
| A18 | | | X | X | | |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Grupo participantes: 6 sujeitos (A1, A2, A3, A4, A5 e A6) tiveram uma elevação em seus percentis levando em consideração os indicadores de precisão e ritmo de trabalho. Um sujeito (A7) manteve os mesmos índices para ritmo e precisão e 2 sujeitos (A8 e A9) mantiveram seus índices de precisão e conseguiram aumentar os índices do ritmo de trabalho.

Grupo de controle: Nenhum dos sujeitos conseguiu melhorar o percentil de precisão concomitante com o ritmo de trabalho, 2 sujeitos (A11 e A13) mantiveram os mesmos índices para ritmo e precisão, 4 sujeitos (A10, A12, A14 e A17) melhoraram seus índices de precisão, mas não conseguiram aumentar os índices do ritmo de trabalho e 3 sujeitos (A15 e A16) melhoraram o ritmo, porém não conseguiram aumentar o índice de precisão.

Resultados por grupo nos indicadores do teste D2

Os resultados a seguir mostram as médias dos resultados obtidos pelos grupos de participantes e grupo de controle para os indicadores obtidos no teste: resultado bruto, resultado líquido, percentual de erros, taxa de erros e amplitude de oscilação.

Os gráficos mostram a média inicial com os resultados do teste aplicado antes de iniciar o projeto e a média final com os resultados do teste aplicado ao término da execução do projeto de robótica utilizado na presente pesquisa.

Os dados passaram por uma análise estatística, sendo que, primeiramente os dados foram submetidos a um teste de normalidade para verificar se apresentam distribuição normal. O teste utilizado para verificar a normalidade dos dados foi o teste de Shapiro-Wilk. Na sequência, se as amostras estiverem dentro de uma distribuição normal, ou seja, dentro do intervalo padrão estipulado para as regras do teste, os dados foram utilizados em um teste paramétrico, caso contrário foram utilizados em um teste não paramétrico. O teste paramétrico utilizado foi o teste t pareado e o teste não paramétrico utilizado foi o Wilcoxon pareado, ambos têm o objetivo de comparar duas médias para verificar se houve ou não significância entre elas.

Médias por grupo do Resultado Bruto

Nesta seção é realizado um comparativo entre as médias inicial e final dos dados obtidos no teste D2 para o indicador do resultado bruto. A tabela 4 apresenta os valores de p calculados para os grupos, estes resultantes do teste de normalidade Shapiro-Wilk com os dados do resultado bruto nas duas aplicações do teste D2 para os grupos de participantes e controle.

Tabela 4 - Estatísticas do teste de Normalidade para os dados do RB

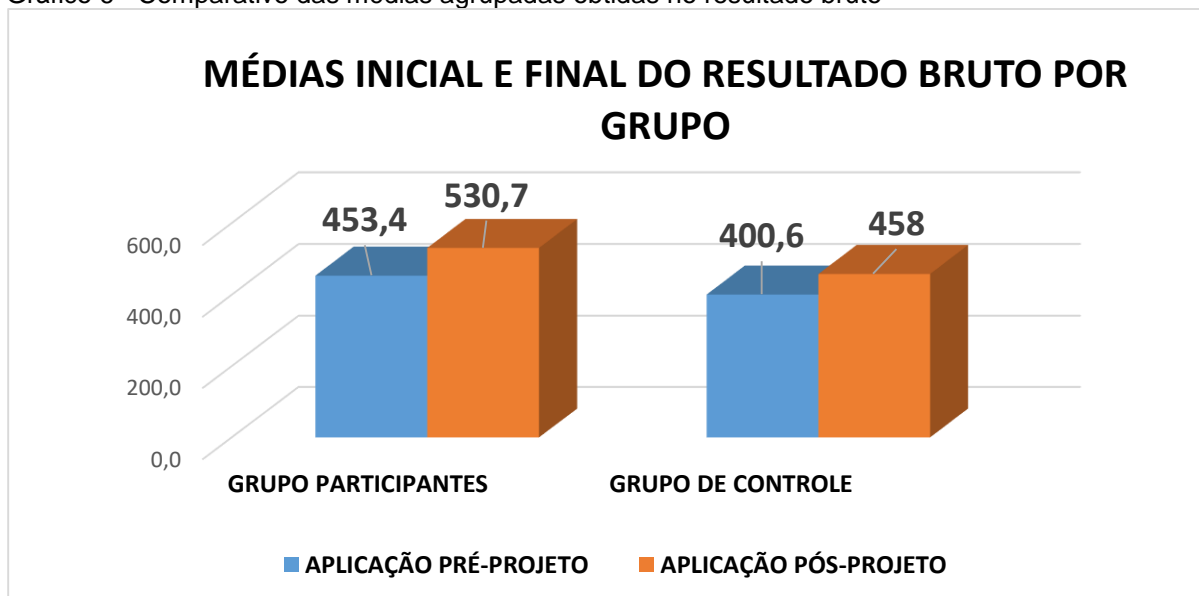
| ESTATÍSTICAS DO TESTE DE NORMALIDADE NOS DADOS DO RESULTADO BRUTO | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------------|
| | Valor de p GRUPO PARTICIPANTES | Valor de p GRUPO CONTROLE |
| 1ª APLICAÇÃO | 0,3807 | 0,6994 |
| 2ª APLICAÇÃO | 0,5121 | 0,4931 |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Todos os valores de p apresentaram um resultado superior a 0,05. Assim, pode-se constatar, com nível de significância de 5%, valor padrão proposto pelo teste, que não permite a refutação da hipótese nula, sendo a distribuição a partir daqui tratada como se fosse normal, possibilitando a utilização de um teste paramétrico para comparação entre as médias. Abaixo, no gráfico 6, é apresentado um comparativo

entre as médias inicial e final calculadas para o resultado bruto entre os grupos de participantes e controle.

Gráfico 6 - Comparativo das médias agrupadas obtidas no resultado bruto



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

As médias de ambos os grupos para o indicador do resultado bruto tiveram uma elevação. A média final do grupo de participantes teve um aumento de 17% se comparado com a média inicial. Já o grupo de controle teve um aumento de 14,3% entre as aplicações.

Para verificar o nível de significância entre a média inicial e final de cada um dos grupos foi utilizado o teste t pareado para verificar se houve significância entre as médias inicial e final. Os dados obtidos pelo teste t pareado encontram-se na tabela 5:

Tabela 5 - Teste t pareado das médias do Resultado Bruto

| Teste t pareado das médias do Resultado Bruto | | |
|--|----------------------|-----------------|
| Resultados | Participantes | Controle |
| p-valor | 0,00467 | 0,00071 |
| Média da Amostra 1 | 453,44 | 400,55 |
| Média da Amostra 2 | 530,66 | 458 |
| Desvio Padrão das diferenças | 59,69 | 32,44 |
| Tamanho das Amostras | 9 | 9 |
| Hipótese Alternativa Diferente de | 0 | 0 |
| Nível de Confiança | 95% | 95% |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Ao analisar os resultados do teste t pareado, ambos os grupos apresentaram o valor de p valor inferior a 0,05. O que se pode constatar que houve significância entre as médias iniciais e finais.

Médias por grupo do Resultado Líquido

A tabela 6 apresenta as estatísticas resultantes do teste de normalidade Shapiro-Wilk com os dados do resultado líquido em ambas as aplicações do teste D2 para os grupos de participantes e controle.

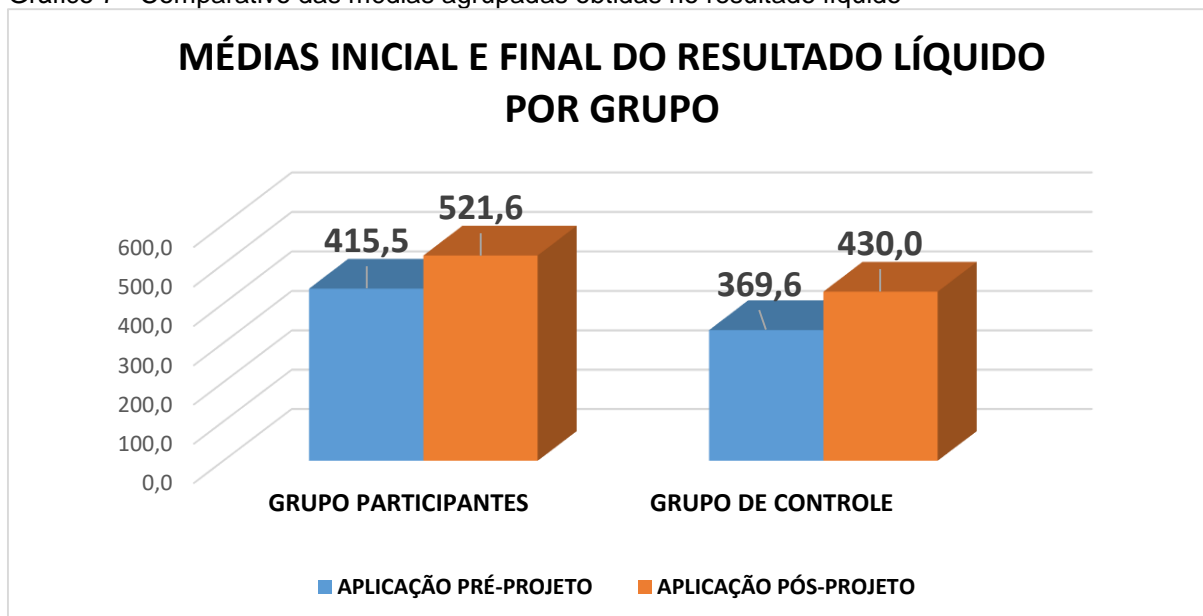
Tabela 6 - Estatísticas do teste de Normalidade para os dados do RL

| ESTATÍSTICAS DO TESTE DE NORMALIDADE NOS DADOS DO RESULTADO LÍQUIDO | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------------|
| | Valor de p GRUPO PARTICIPANTES | Valor de p GRUPO CONTROLE |
| 1ª APLICAÇÃO | 0,3769 | 0,7229 |
| 2ª APLICAÇÃO | 0,3818 | 0,49 |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Conforme os dados da tabela 6 todos os valores de p apresentaram um resultado superior a 0,05. Assim, pode-se constatar, com nível de significância de 5% proposto pelo teste, que não permite a refutação da hipótese nula, sendo a distribuição a partir daqui tratada como se fosse normal, possibilitando a utilização de um teste paramétrico para comparação entre médias. Abaixo no gráfico 7 é apresentado um comparativo entre as médias inicial e final calculadas para o resultado líquido entre os grupos de participantes e controle.

Gráfico 7 - Comparativo das médias agrupadas obtidas no resultado líquido



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Neste indicador as médias de ambos os grupos também tiveram uma elevação. A média do grupo de participantes teve um aumento de 25,5% e o grupo de controle teve um aumento de 16,3% entre as aplicações.

Para verificar se houve significância entre a média inicial e final de cada um dos grupos foi utilizado o teste t pareado. Os dados obtidos pelo teste t pareado encontram-se na tabela 7:

Tabela 7 - Teste t pareado das médias do Resultado Líquido

| Teste t pareado das médias do Resultado Líquido | | |
|--|----------------------|-----------------|
| Resultados | Participantes | Controle |
| p-valor | 0,00629 | 0,00001 |
| Média da Amostra 1 | 415,55 | 369,66 |
| Média da Amostra 2 | 521,55 | 430 |
| Desvio Padrão das diferenças | 86,60 | 19,05 |
| Tamanho das Amostras | 9 | 9 |
| Hipótese Alternativa Diferente de | 0 | 0 |
| Nível de Confiança | 95% | 95% |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Analisando os resultados do teste t pareado, ambos os grupos apresentaram o valor de p menor do que 0,05. O que se consta que houve significância entre as médias inicial e final para o indicador do resultado líquido para ambos os grupos.

Médias por grupo do Percentual de Erros – E%

A tabela 8 apresenta os dados resultantes do teste de normalidade Shapiro-Wilk com os dados do percentual de erros em ambas as aplicações do teste D2 para todos os sujeitos da pesquisa.

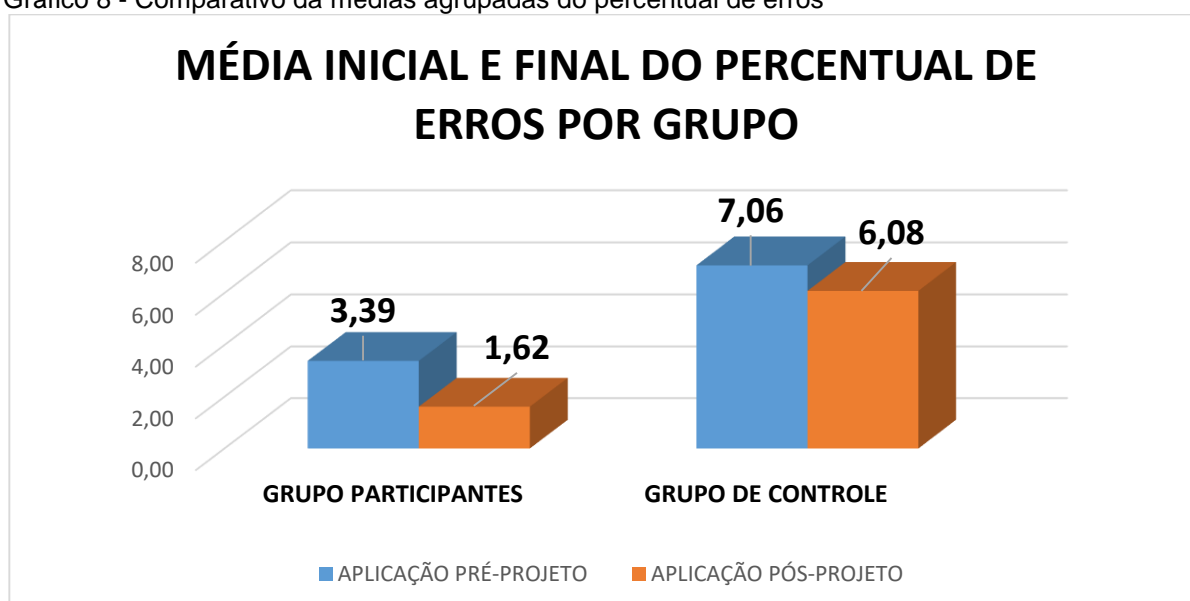
Tabela 8 - Estatísticas do teste de Normalidade para os dados do E%

| | Valor de p GRUPO PARTICIPANTES | Valor de p GRUPO CONTROLE |
|---------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1ª APLICAÇÃO | 0,1633 | 0,1805 |
| 2ª APLICAÇÃO | 0,3399 | 0,4257 |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

A tabela 8 mostra que os valores de p apresentaram um resultado superior a 0,05. Assim, pode-se constatar, com nível de significância de 5%, valor padrão proposto pelo teste, que não permite a refutação da hipótese nula, sendo a distribuição a partir daqui tratada como se fosse normal, o que possibilita a utilização de um teste paramétrico para comparação entre médias. No gráfico 8 é apresentado um comparativo entre as médias inicial e final calculadas para o percentual de erros entre os grupos de participantes e controle.

Gráfico 8 - Comparativo da médias agrupadas do percentual de erros



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Neste indicador as médias de ambos os grupos tiveram uma diminuição. A média do grupo de participantes teve uma diminuição de 52,2% e o grupo de controle teve uma diminuição de 13,8% entre as aplicações.

Para verificar se houve significância entre a média inicial e final de cada um dos grupos foi utilizado o teste t pareado. Os dados obtidos pelo teste t pareado encontram-se na tabela 9:

Tabela 9 - Teste t pareado das médias do percentual de erros

| Teste t pareado das médias do Percentual de Erros | | |
|--|----------------------|-----------------|
| Resultados | Participantes | Controle |
| p-valor | 0,00224 | 0,63967 |
| Média da Amostra 1 | 3,38 | 7,06 |
| Média da Amostra 2 | 1,61 | 6,07 |
| Desvio Padrão das diferenças | 1,20 | 6,07 |
| Tamanho das Amostras | 9 | 9 |
| Hipótese Alternativa Diferente de | 0 | 0 |
| Nível de Confiança | 95% | 95% |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Ao analisar os resultados do teste t pareado, somente o grupo de participantes apresentou o valor de p menor do que 0,05. Já o grupo de controle de acordo com o teste t pareado apresentou o p-valor superior à 0,05. Diante disto, consta-se que houve significância entre as médias inicial e final apenas para o grupo dos participantes.

Médias por grupo da taxa de Erros – TE

A tabela 10 apresenta os dados do teste de normalidade Shapiro-Wilk com os dados da taxa de erros em ambas as aplicações do teste D2 para os grupos de participantes e controle.

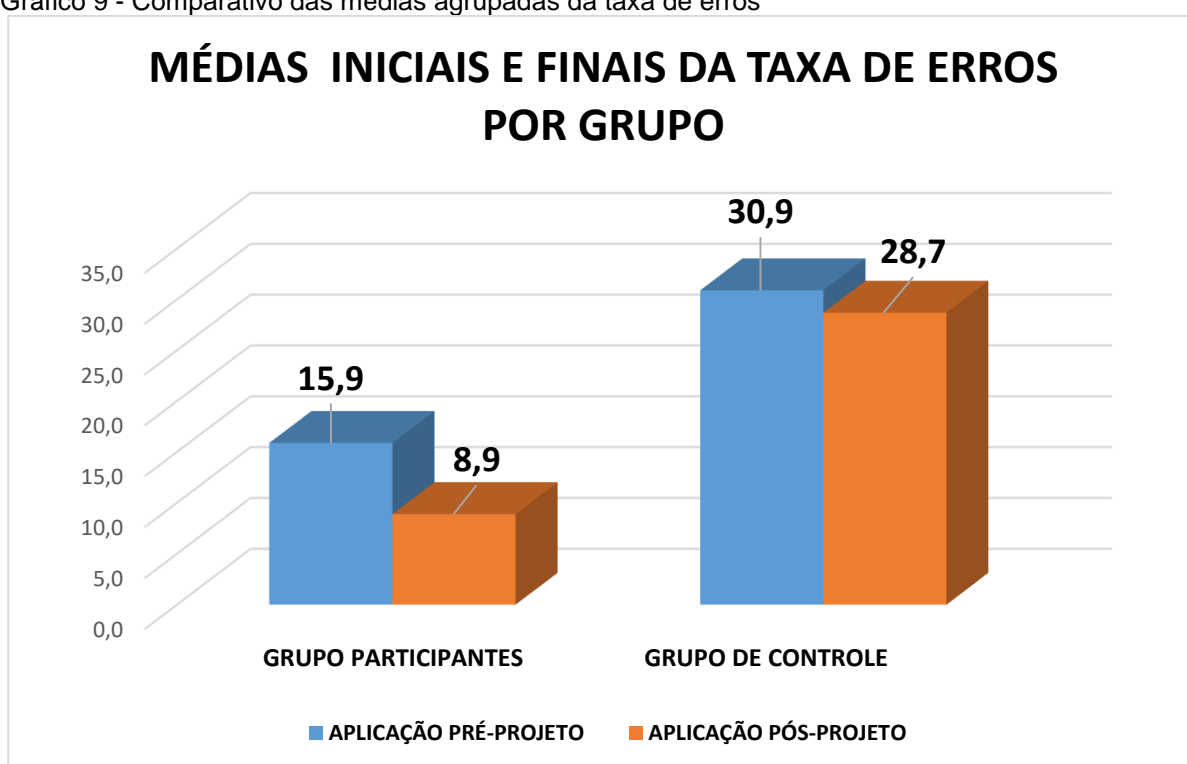
Tabela 10 - Estatísticas do teste de Normalidade para a Taxa de erros

| ESTATÍSTICAS DO TESTE DE NORMALIDADE NOS DADOS DA TAXA DE ERROS | | |
|--|----------------------------|-----------------------|
| | Valor de p | Valor de p |
| | GRUPO PARTICIPANTES | GRUPO CONTROLE |
| 1ª APLICAÇÃO | 0,3171 | 0,2857 |
| 2ª APLICAÇÃO | 0,5128 | 0,4346 |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Todos os valores de p para os grupos de participantes e controle apresentam um resultado superior a 0,05. Assim, pode-se constatar, com nível de significância de 5%, valor padrão proposto pelo teste, que não permite a refutação da hipótese nula, sendo a distribuição a partir daqui tratada como se fosse normal, o que possibilita a utilização de um teste paramétrico para comparação entre médias. No gráfico 9 é apresentado um comparativo entre as médias inicial e final calculadas para a taxa de erros entre os grupos de participantes e controle.

Gráfico 9 - Comparativo das médias agrupadas da taxa de erros



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Neste indicador, as médias de ambos os grupos tiveram uma diminuição. A média do grupo de participantes teve uma diminuição de 44% e o grupo de controle teve uma diminuição de 7% entre as aplicações.

Para verificar se houve significância entre a média inicial e final de cada um dos grupos foi utilizado o teste t pareado. Os dados obtidos pelo teste t pareado encontram-se na tabela 11, a seguir:

Tabela 11 - Teste t pareado das médias da Taxa de Erros

| Teste t pareado das médias da Taxa de Erros | | |
|--|----------------------|-----------------|
| Resultados | Participantes | Controle |
| p-valor | 0,00308 | 0,80420 |
| Média da Amostra 1 | 15,88 | 30,88 |
| Média da Amostra 2 | 8,88 | 28,66 |
| Desvio Padrão das diferenças | 5,02 | 28,66 |
| Tamanho das Amostras | 9 | 9 |
| Hipótese Alternativa Diferente de | 0 | 0 |
| Nível de Confiança | 95% | 95% |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Analisando os resultados do teste t pareado, somente o grupo de participantes apresentou o valor de p menor do que 0,05. O grupo de controle, de acordo com o teste t pareado, apresentou o p -valor superior a 0,05, com isso, consta-se que houve significância entre as médias inicial e final apenas para o grupo dos participantes.

Médias por grupo da amplitude de oscilação - AO

A tabela 12 apresenta os dados resultantes do teste de normalidade Shapiro-Wilk com os dados da amplitude de oscilação em ambas as aplicações do teste D2 para os grupos de participantes e controle.

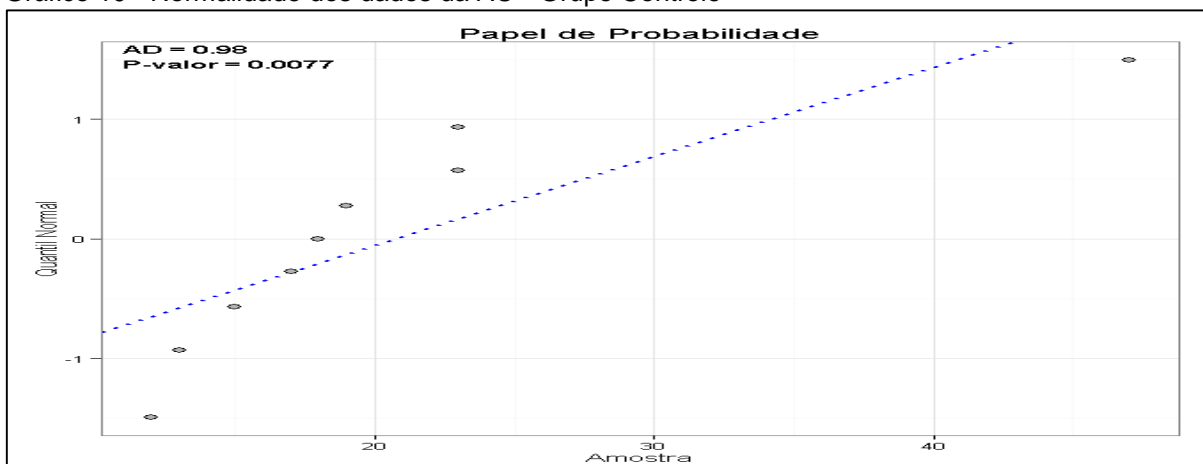
Tabela 12 - Estatísticas do teste de normalidade para a amplitude de oscilação

| ESTATÍSTICAS DO TESTE DE NORMALIDADE NOS DADOS DA AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO | | |
|---|----------------------------|-----------------------|
| | GRUPO PARTICIPANTES | GRUPO CONTROLE |
| 1ª APLICAÇÃO | 0,1887 | 0,0036 |
| 2ª APLICAÇÃO | 0,6046 | 0,8613 |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

O resultado do teste de Shapiro-Wilk para os dados obtidos na amplitude de oscilação, aponta que o valor de p da 1ª aplicação no grupo de controle apresenta o resultado inferior a 0,05. O gráfico 10, gerado a partir da amostra ilustra a rejeição da hipótese nula:

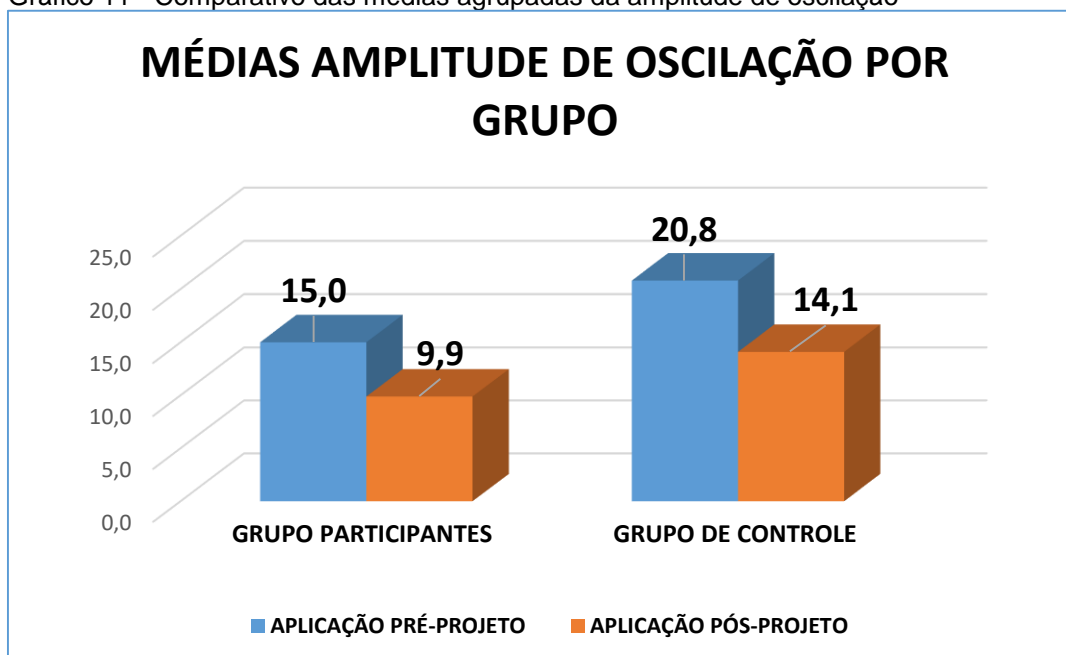
Gráfico 10 - Normalidade dos dados da AO - Grupo Controle



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Com isso, pode-se constatar com nível de significância de 5% valor padrão proposto pelo teste, que esta amostra do grupo de controle não provém de uma distribuição normal, o que não possibilita a utilização de um teste paramétrico para comparação entre médias. Diante disto, como os dados do grupo de controle não seguem uma normalidade, os mesmos foram submetidos à um teste não paramétrico para comparação entre médias, para tal tarefa foi utilizado o teste Wilcoxon pareado. Abaixo, no gráfico 11 é apresentado um comparativo entre as médias inicial e final calculadas para a amplitude de oscilação para o grupo de participantes e controle.

Gráfico 11 - Comparativo das médias agrupadas da amplitude de oscilação



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Neste indicador as médias de ambos os grupos tiveram uma diminuição. A média do grupo de participantes teve uma diminuição de 34% e o grupo de controle 32%.

Para verificar se houve significância entre a média inicial e final foi aplicado somente ao grupo de participantes o teste t pareado por ser um teste paramétrico que considera somente dados que provêm de uma normalidade. Os dados obtidos pelo teste t pareado encontra-se na tabela 13, a seguir:

Tabela 13 - Teste t pareado das médias da amplitude de oscilação

| Teste t pareado das médias da Amplitude de Oscilação – Grupo Participantes | |
|---|----------------------|
| Resultados | Participantes |
| p-valor | 0,01780 |
| Média da Amostra 1 | 15,0 |
| Média da Amostra 2 | 9.88 |
| Desvio Padrão das diferenças | 5,15 |
| Tamanho da Amostra | 9 |
| Hipótese Alternativa Diferente de | 0 |
| Nível de Confiança | 95% |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Analisando os resultados do teste t pareado, o grupo de participantes apresentou o valor de p-valor menor do que 0,05, o que se pode constatar que houve significância entre as médias inicial e final.

Para o grupo de controle foi utilizado um teste não paramétrico, tendo em vista que os dados não provêm de uma distribuição normal. O teste não paramétrico utilizado foi o Wilcoxon pareado, os dados resultantes do teste encontram-se na tabela 14:

Tabela 14 - Teste Wilcoxon pareado das médias da amplitude de oscilação

| Teste Wilcoxon das médias da Amplitude de Oscilação – Grupo de Controle | |
|--|-----------------|
| Resultados | Controle |
| p-valor | 0,0292 |
| Tamanho das Amostras | 9 |
| Hipótese Alternativa Diferente de | 0 |
| Nível de Confiança | 95% |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

O resultado de p-valor foi inferior à 0,05, o que se pode constatar que houve diferença entre as médias.

4.3 RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS

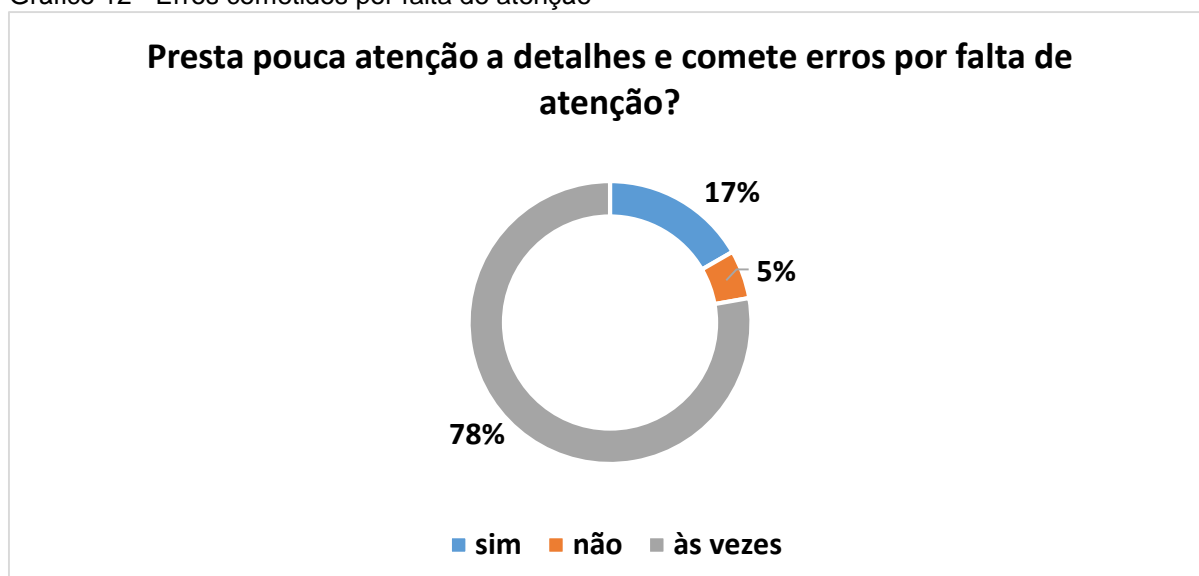
Os resultados obtidos pelos questionários será apresentado na seguinte ordem:

- 1 – Resultados do questionário aos sujeitos da pesquisa.
- 2 – Resultados do questionário aos professores.
- 3 – Resultado da questão aberta aos participantes do projeto.

Resultados dos questionário aos alunos

Abaixo no gráfico 12 são exibidos os resultados de um questionário no qual os alunos foram interrogados por meio de uma autoavaliação sobre a sua capacidade de manter-se concentrado em atividades inerentes ao ambiente escolar.

Gráfico 12 - Erros cometidos por falta de atenção

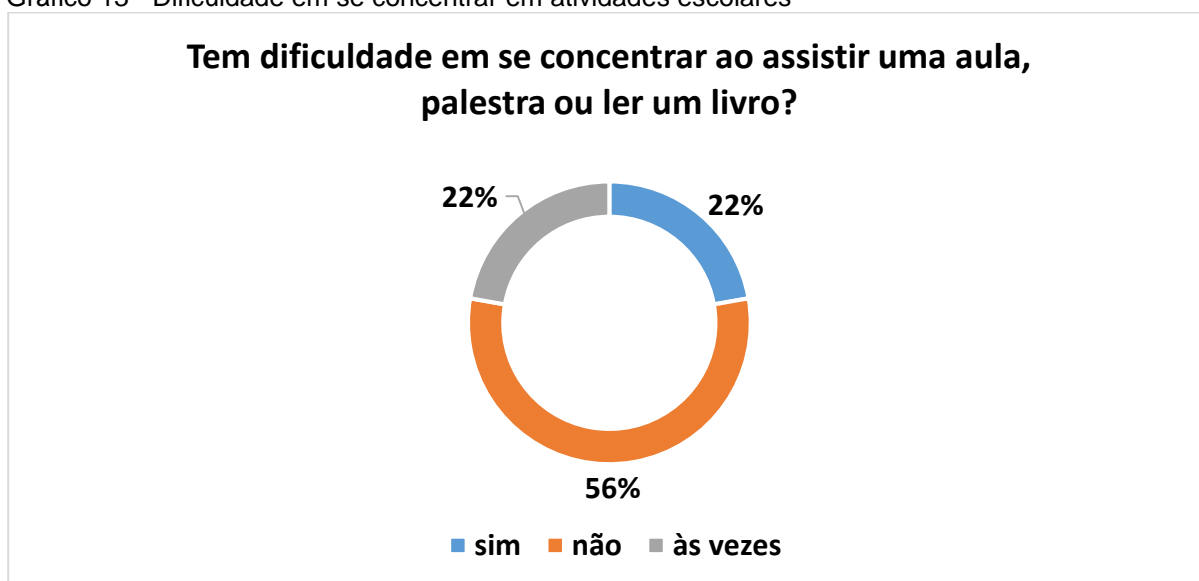


FONTE: Dados da pesquisa, 2018

De acordo com as respostas dos sujeitos 78% admitiram que, às vezes, cometem erros por falta de atenção, seguido de 17% que disseram que cometem erros por falta de atenção e 5% disseram não cometer erros por falta de atenção.

No gráfico 13 é apresentado os resultados para a pergunta: “Tem dificuldade em se concentrar ao assistir uma aula, palestra ou ler um livro?”.

Gráfico 13 - Dificuldade em se concentrar em atividades escolares

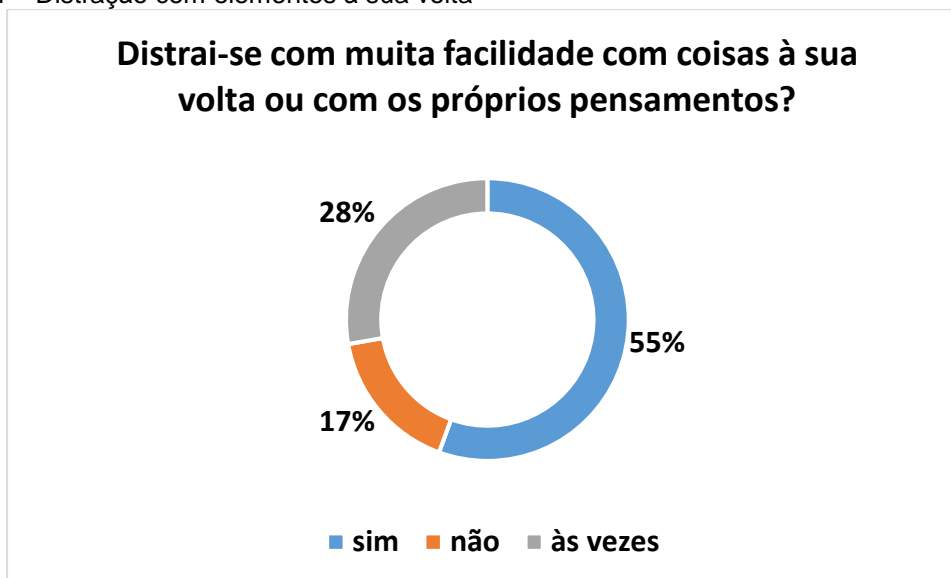


FONTE: Dados da pesquisa, 2018

A maioria dos alunos disseram não ter dificuldades de concentração para assistir uma aula, palestra ou ler um livro.

O gráfico 14 apresenta as respostas para a percepção dos alunos quanto a facilidade ou não em se distrair com objetos ou pensamentos à sua volta:

Gráfico 14 – Distração com elementos à sua volta



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Nesta pergunta, a maioria dos alunos disseram que se distraem com facilidade com elementos distraidores que estão em seu entorno.

Na pergunta 4 foi interrogado aos alunos: Distrai-se com estímulos externos? Se a resposta for sim destaque quais?

Entre as principais respostas elencadas em ordem pelos alunos estão:

1 – Celular; 2- Fone de ouvido; 3- Conversas paralelas e 4- Pensamentos.

Resultados do questionário aos professores

Pergunta 1) Para você, a atenção concentrada ou concentração é um fator importante para a aprendizagem do aluno? Justifique sua resposta. As respostas estão dispostas no quadro 4, a seguir:

Quadro 4 - A atenção e suas implicações para a aprendizagem

| PROFESSOR | RESPOSTA |
|--------------|--|
| Professor 01 | Sim, porque os alunos passarão a participar mais das aulas com questionamentos e opiniões. |
| Professor 02 | Para aprender necessita de atenção, portanto, é um fator importantíssimo para a aprendizagem. Trabalhar a concentração do aluno contribui para a constatação da aprendizagem do estudante. |
| Professor 03 | Sim. Porque o aluno que não consegue se concentrar não consegue aprender. |

| | |
|--------------|---|
| Professor 04 | Sim. Com a concentração temos a probabilidade de armazenar informações, mas precisamos estudá-las depois, também de maneira concentrada. |
| Professor 05 | Sim. A atenção faz com que seja estimulado o raciocínio e o aluno construa os passos para a aprendizagem. |
| Professor 06 | Sim, a atenção é primordial ao entendimento. Mas, infelizmente, nossos alunos são aéreos; por isso, a necessidade da atenção concentrada para melhorar o aprendizado no geral |
| Professor 07 | Sim importante e indispensável. Com a concentração o aluno consegue prestar mais atenção nos detalhes. |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Pergunta 2) Quais elementos podem tirar a atenção concentrada ou concentração do aluno durante as aulas?

Entre as principais respostas ordenadas dadas pelos professores estão:

- 1- Celular
- 2- Fone de ouvido
- 3- Barulho
- 4- Conversas paralelas
- 5- Cansaço
- 6- Recados da orientação escolar.

Pergunta 3) Na sua concepção o que pode ser feito para melhorar o aspecto da atenção concentrada ou concentração do aluno? O quadro 5 a seguir apresenta as respostas obtidas:

Quadro 5 – Como melhorar a atenção do aluno, na concepção dos professores

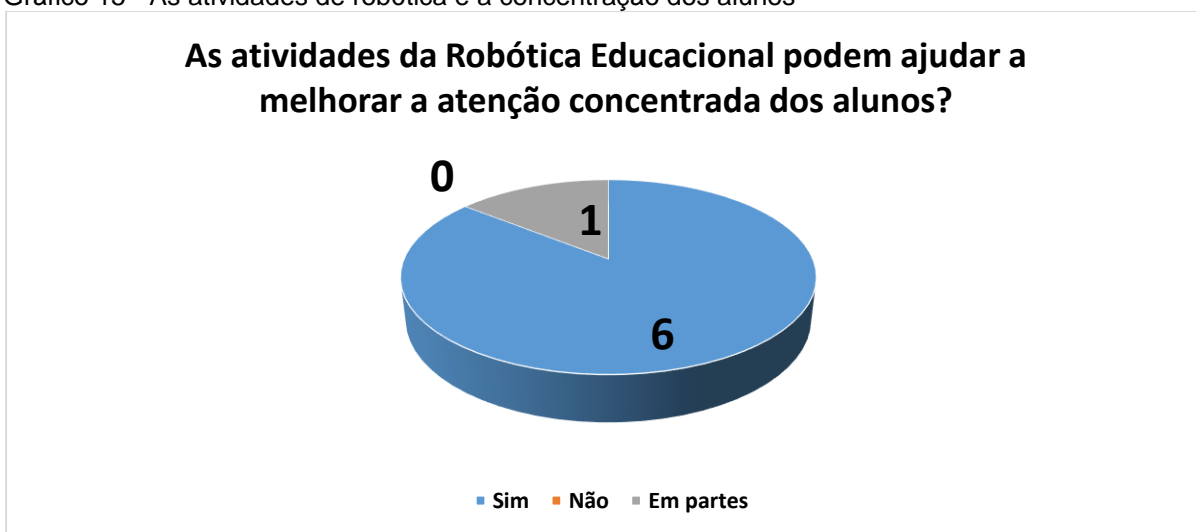
| PROFESSOR | RESPOSTA |
|------------------|--|
| Professor 01 | Utilizar novas tecnologias como ferramenta interessante para o desenvolvimento da aprendizagem do aluno. |
| Professor 02 | Motivação, contextualizar os conteúdos, relacionar com a vivência do aluno, tornar interessante as aulas usando várias técnicas pedagógicas e material didático. |
| Professor 03 | Atividades que tenham como objetivo o desenvolvimento da concentração do aluno. |
| Professor 04 | Tentar isolar elementos que causem a distração do aluno, expor o conteúdo em vídeos. |

| | |
|--------------|--|
| Professor 05 | Aulas motivadas, games educativos, práticas nas atividades. |
| Professor 06 | Mais atividades práticas que exijam cuidado e atenção. |
| Professor 07 | Fazer com que o aluno seja cada vez mais responsável pela sua aprendizagem, seja ativo e participativo durante as aulas. |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Antes do início do projeto de Robótica Educacional utilizado para esta pesquisa, a proposta do projeto, bem como a metodologia adotada foi apresentado para alguns professores dos alunos sujeitos da pesquisa em forma de uma oficina, com o objetivo de demonstrar as possibilidades de uso da Robótica como um recurso pedagógico. Após o conhecimento os professores foram orientados a responder a pergunta 4) Na sua opinião as atividades da Robótica Educacional podem ajudar a melhorar a atenção concentrada dos alunos? As respostas estão ilustradas no gráfico 15:

Gráfico 15 - As atividades de robótica e a concentração dos alunos



FONTE: Dados da pesquisa, 2018

Resultado da questão aberta aos participantes do projeto

Pergunta 1 - Na sua percepção, após as aulas do projeto de robótica, você sente que teve uma melhora na capacidade de concentração? Argumente sua resposta. As respostas foram transcritas na íntegra e estão organizadas no quadro 6:

Quadro 6 - Percepção do aluno quanto a melhora na concentração

| SUJEITO | RESPOSTA |
|----------------|--|
| A1 | Sim. Eu acho que estou realizando as atividades com mais concentração, pois ultimamente estou conseguindo prestar mais atenção nas aulas e em algumas atividades do dia a dia. |
| A2 | Sim. Porque quando a gente errava no projeto era por falta de atenção, fazíamos tudo de novo. Isso ajudou muito no quesito atenção. |
| A3 | Percebo que a minha concentração está melhor do que antes. |
| A4 | Sim. Eu percebi que a minha atenção nas pequenas coisas aumentaram e me concentro facilmente. |
| A5 | Sim, porque quando vou assistir um clipe de música por exemplo consigo perceber mais coisas do que antes, também em aulas consigo prestar mais atenção |
| A6 | Sim. A Concentração melhorou, e o pensamento de resolver um problema, achar uma solução se tornou mais rápido e completo. |
| A7 | Bom a minha concentração pode ter melhorado, mas é algo tão sutil que foi impercebível. |
| A8 | Eu acho que melhorou a minha atenção sobre as coisas, consigo me concentrar melhor agora. |
| A9 | Sim. Consigo prestar mais atenção aos detalhes agora. |

FONTE: Dados da pesquisa, 2018

5 DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

Dentre os problemas que delinearão a pesquisa, o principal é a preocupação com os vários estímulos presentes em uma sala de aula que favorecem para o desvio da atenção do aluno das atividades propostas pelo professor. Benczik (2000) destaca que a desatenção coloca a criança em grande risco para dificuldades escolares em termos do desempenho acadêmico, fato que preocupa cada vez mais os educadores que, muitas vezes, se questionam quais técnicas adotar para “prender” a atenção do aluno nas atividades escolares. Buscando ouvir a opinião dos professores sobre este assunto, um dos instrumentos utilizado na coleta de dados foi o questionário aos professores dos alunos envolvidos na presente pesquisa, que teve como objetivo verificar o ponto de vista dos professores sobre a importância dada à atenção concentrada e a sua relevância para a aprendizagem, quais os principais elementos que distraem os alunos durante as aulas, medidas ou técnicas que são ou podem ser utilizados para aumentar o nível de concentração dos alunos e se as atividades utilizando a robótica educacional tem potencial para contribuir para um melhor índice da capacidade de concentração dos alunos?

Todos os professores que responderam o questionário disseram que sim, a atenção concentrada é importante para a aprendizagem do aluno. Alguns justificaram a resposta dizendo que “sem a concentração o aluno não consegue aprender”, “a concentração faz o aluno prestar mais atenção nos detalhes”. Sabe-se que em algumas disciplinas do currículo escolar, principalmente as da área de exatas, os detalhes em exercícios e conteúdos representam um papel fundamental, a exemplo na matemática que um simples sinal pode alterar todo o resultado de um cálculo. Alguns autores que abordam a falta de atenção, entre eles Benczik (2000) e Ferreira (2015) ressaltam que uma das características de um aluno com indícios de desatenção está na falta de perceber os detalhes, que como já mencionado, em algumas disciplinas ou utilização de ferramentas pedagógicas são essenciais. Na robótica educacional, tanto na montagem (quando é esquecido de colocar uma peça ou encaixada incorretamente) como na programação (quando programado por exemplo um ângulo errado faz o dispositivo ir para uma direção não desejável) a falta

de atenção faz, muitas vezes, comprometer todo um funcionamento do protótipo robótico.

Ainda analisando as respostas dos professores sobre quais são os elementos que tiram a atenção concentrada dos alunos, as principais respostas foram o celular, fone de ouvido, barulho, conversas paralelas, cansaço, recados da orientação escolar e a distração. Os elementos que apareceram nas respostas de todos os professores foi o celular e as conversas paralelas. Ainda é possível notar que embora nas escolas de Santa Catarina exista a lei nº 14.363¹² aprovada em 25 de janeiro de 2008 que proíbe o uso do celular nas escolas públicas e privadas, observa-se que a tecnologia ainda é considerada como uma grande adversária do professor quanto a manter concentração dos alunos nas aulas.

Questionados os professores sobre o que pode ser feito para melhorar o aspecto da atenção concentrada ou concentração do aluno, foi possível constatar por meio das respostas que os professores acreditam que, para manter os alunos mais concentrados nas aulas, é preciso dinamizar as aulas com atividades mais práticas, que sejam relevantes para a vivência dos alunos, atividades que tenham como objetivo o desenvolvimento da concentração do aluno, aplicação de atividades práticas que exijam cuidado e atenção por parte do aluno, fazer com que o aluno seja cada vez mais responsável pela sua aprendizagem, seja ativo e participativo durante as aulas e ainda, tentar isolar elementos que causem distração aos alunos. Diante das respostas dos professores, pode-se ancorar a justificativa na teoria da Aprendizagem Significativa, que destaca a importância de se trabalhar o conteúdo de forma que seja relevante para o aluno. Ausubel (2000) diz que trabalhar um conteúdo relevante é uma condição necessária para a aprendizagem significativa. O autor cita ainda, a importância de valorizar os conhecimentos prévios dos alunos e oportunizar atividades práticas, como a resolução de problemas como instrumento para medir a aprendizagem do aluno. A neurociência explica que as atividades do cérebro são uma evolução de vários anos e o mesmo direciona a atenção ao que considerar como fundamental. Nas palavras de Consenza (2011) o cérebro tem uma motivação intrínseca para aprender, mas só está disposto para aprender o que de fato é

¹² Lei nº 14.363: Art. 1º Fica proibido o uso de telefone celular nas salas de aula das escolas públicas e privadas no Estado de Santa Catarina.

Fonte: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2008/14363_2008_lei.html

significante. Portanto, a maneira primordial de capturar a atenção do aluno é apresentar o conteúdo a ser estudado de maneira que os alunos o reconheçam como importante. Uma das técnicas que pode ser utilizada é a que antes da apresentação propriamente do conteúdo o professor realize uma explanação aos alunos da importância do conteúdo, sua aplicação ou usabilidade no meio em que está inserido. Ainda sobre as respostas dos professores quanto as possíveis técnicas utilizadas para manter os alunos concentrados, alguns destacaram a importância da utilização de metodologias que coloquem o aluno como protagonista da sua aprendizagem, participando ativamente das atividades da aula. Analisando as respostas comparando com os resultados observados na execução do projeto norteador desta pesquisa, constata-se que a utilização da robótica educacional sob um aspecto Construcionista tem potencial para desenvolver todas as atividades elencadas, pois, em suas aulas são realizadas atividades práticas, seu ambiente é dinâmico, o que faz com que o aluno seja ativo e participativo nas aulas e aplique seus conhecimentos adquiridos de forma interdisciplinar na montagem e programação dos robôs.

Conforme destaca Consenza (2011), o ambiente em que o sujeito está inserido é fundamental para o desenvolvimento da atenção, diante deste aspecto as atividades desenvolvidas nas aulas do projeto de Robótica Educacional faziam com que a todo o momento a concentração dos alunos fosse estimulada, pois ambos os *kits* de robótica utilizam pequenas peças como blocos de montagem, em muitas vezes de tamanho pequeno e com formatos semelhantes, faziam com que os alunos voltassem a sua atenção para estes pequenos detalhes que diferenciam as peças. Cada peça tem a sua importância na montagem do projeto, o que faz implica diretamente no funcionamento do protótipo robótico. O fato de se colocar um bloco de montagem incorretamente ou a falta de o colocar, por mais pequeno e insignificativo que pareça, dependendo do projeto a ser desenvolvido tem certa importância, na qual, por algumas vezes, compromete todo o funcionamento do robô. Os professores, em conformidade com Benczik (2000), responderam que é importante tentar isolar os elementos que tirem a atenção dos alunos, o que é um aspecto discutível no sentido que, as aulas do projeto de robótica aconteciam em uma sala improvisada no meio de um corredor ou sem local definido, na qual eram utilizados ambientes públicos da escola como biblioteca, refeitório ou sala de informática, com intenso movimento de pessoas. Foi possível observar que o ambiente não influenciava na concentração dos

alunos, um dos motivos é que os mesmos estavam sempre totalmente engajados nas atividades de forma a eliminar qualquer elemento que possa causar distração. Quanto ao uso do celular, nunca se teve problemas, e em nenhum momento foi preciso chamar a atenção do aluno para parar de mexer no celular durante as aulas do projeto. Com isso é possível constatar que, do ponto de vista do autor, o ponto essencial para manter o aluno concentrado são atividades realizadas que devem fazer com que os alunos se sintam de fato engajados e comprometidos com a realização das mesmas.

Após ser apresentado aos professores como aconteciam as aulas do projeto de robótica destacando a sua metodologia de ensino, os professores foram questionados sobre se a robótica pode contribuir para um melhor desenvolvimento da atenção dos alunos. Dos 7 professores, 6 responderam que sim, e 1 respondeu que em partes.

Outro instrumento utilizado para a coleta de dados, foi o questionário aos alunos, sendo do grupo de participantes e controle, aplicado com o objetivo de os alunos realizarem uma autoavaliação sobre a sua capacidade de concentração. Entre as respostas na primeira pergunta, a maioria respondeu que, às vezes, presta pouca atenção a detalhes o que faz cometer erros nos detalhes. Item que discutido anteriormente, que se refere a alguns conteúdos e disciplinas no que os detalhes fazem toda a diferença. Na outra pergunta, a maioria respondeu não ter dificuldade em se concentrar para assistir uma aula ou palestra ou ler um livro. Porém houve uma contradição nas respostas da pergunta 3, na qual maioria dos alunos disseram que se distraem com facilidade com elementos distraidores que estão em seu entorno. Entre os elementos destacados estão o celular, os pensamentos, barulhos externos como conversas ou barulhos de outras salas.

Ao analisar os dados da aplicação do teste de atenção concentrada D2, que aconteceu em fase inicial do projeto de robótica inerente desta pesquisa, em comparação com a sua reaplicação ao término do projeto, foi possível constatar que os alunos participantes do projeto, na análise individual e coletiva tiveram uma melhora significativa nos indicadores qualitativos da atenção concentrada avaliados por meio do teste. Observa-se também que o grupo de controle, em uma análise individual, teve alguns sujeitos que tiveram uma elevação do percentil para um ou outro indicador qualitativo avaliado no teste, porém não conseguiram ter a elevação

para ambos os indicadores qualitativos, como o que aconteceu com 6 dos sujeitos do grupo de participantes. Em contrapartida, os sujeitos do grupo de controle em alguns indicadores também mostraram algumas melhoras nos índices avaliados no teste, porém grande parte deles foram nos indicadores de rapidez, ou seja, uma análise quantitativa no teste. Nos indicadores qualitativos os sujeitos do grupo de controle tiveram um resultado menos expressivo do que o grupo de participantes, na qual a maioria dos sujeitos preservaram seus percentis e outros tiveram uma diminuição dos seus índices qualitativos avaliados.

5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO TESTE D2

No indicador de rapidez em atividades que exigem atenção, avaliado pelo **percentil do resultado bruto**, dos sujeitos do grupo participantes 5 tiveram uma elevação, 2 preservaram e 2 diminuíram seus percentis. Os dois sujeitos que mantiveram seus percentis, atingiram em ambas as aplicações o percentil 99, considerado como máximo de acordo com a tabela da normalização do teste. Embora preservaram os percentis de rapidez, conseguiram aumentar a rapidez assinalando mais sinais se comparados a 1ª e a 2ª aplicação, sendo que o sujeito A5 assinalou 64 sinais a mais, e o sujeito A8 assinalou 79 sinais a mais na reaplicação do teste. Já os sujeitos A4 e A6 que tiveram seus percentis diminuídos para o indicador de rapidez, assinalaram respectivamente 11 e 9 sinais a menos na 2ª aplicação, o que fez os percentis de rapidez diminuírem. No indicador de rapidez, na análise individual, o grupo de controle teve um resultado mais significativo, sendo que 8 alunos tiveram um aumento, e um sujeito manteve o percentil. Ao analisar os dados dos grupos, ambos os grupos tiveram uma diferença significativa entre ambas as médias para o resultado bruto, conforme exemplifica os gráfico 2. Avaliando coletivamente os dados obtidos, o grupo de participantes teve um aumento de 17% contra 14,3% sobre as médias iniciais e finais para este indicador. O indicador de rapidez avalia somente os sinais avaliados independente se foram assinalados corretamente ou não, é uma avaliação do tipo quantitativo proposto pelo teste.

Para o indicador de rapidez em atividades que exigem atenção concentrada (**Percentil RL**), no grupo de participantes, 6 sujeitos apresentaram uma melhora no percentil, enquanto 3 mantiveram o percentil inicial. No grupo de controle, novamente

os sujeitos tiveram um resultado mais expressivo, sendo que todos (9 sujeitos) os alunos aumentaram seus percentis. No resultado coletivo ao analisar as médias inicial e final para o indicador do resultado líquido no gráfico 3, o grupo de participantes teve um aumento da média de 25,5% contra 16,3% do grupo de controle. O indicador de rapidez em atividades que exigem atenção concentrada, avalia somente os sinais assinalados corretamente, pode ser considerado um indicador que é avaliado de forma quanti-qualitativa.

Benczik (2000) destaca a importância de se trabalhar com atividades que façam com que a concentração seja estimulada, partindo deste prisma, as atividades desenvolvidas durante as aulas do projeto eram, muitas vezes, focadas nos detalhes, sendo que as peças de ambos os kits utilizados são semelhantes, o que faziam com que os alunos prestassem atenção se a peça escolhida era a mesma direcionada pelo manual ou, nos casos da montagem sem a utilização do manual, se a mesma atuaria de forma desejável para o funcionamento do projeto a ser desenvolvido. Diante deste pressuposto, o processo de montagem sempre foi orientado pelos professores a serem desenvolvidos com cautela, sem pressa, sendo que em cada aula do projeto, com duração de 4 horas, cada grupo conseguia montar apenas 2 protótipos.

No começo do projeto, observava-se que os grupos de alunos faziam a montagem dos protótipos com rapidez, que em várias situações acontecia imprevistos que comprometiam o funcionamento do robô, em algumas vezes os alunos não se atentavam aos detalhes e acabavam colocando as peças erradas ou até mesmo deixavam de colocar uma ou mais peças, atitude que foi evoluindo ao decorrer das aulas do projeto, com os alunos fazendo as atividades de forma mais lenta, mas prestando mais atenção aos detalhes, o que fez os erros na montagem e programação serem diminuídos significativamente. O que traz indicativos de que, em algum grau, houve uma melhora da concentração dos alunos.

Diante disso, evidencia-se que as aulas do projeto, bem como a utilização da robótica em um aspecto geral, faz com que alunos realizassem as atividades com o foco da atenção aos detalhes, perspectiva que segundo Consenza (2011) pode influenciar diretamente na rapidez, pois a atenção aos detalhes faz com que o sujeito realize as atividades de forma mais lenta. Isso pode justificar os resultados obtidos no teste de atenção concentrada D2 desta pesquisa, na qual os alunos do grupo de

controle tiveram um melhor rendimento nos indicadores quantitativos no teste, avaliados pelos indicadores do resultado bruto-RB e líquido-RL.

No indicador precisão em atividades que exijam atenção concentrada, **(Percentil E%)** o grupo de participantes teve 6 sujeitos que apresentaram uma elevação do percentil e 3 sujeitos preservaram seus percentis, sendo que deles, os sujeitos A7 e A9 mantiveram os percentis de 90, considerados como superior para a idade e escolaridade de acordo pela tabela da normalização brasileira para estudantes do 2º grau. Embora preservaram os seus percentis, ambos os sujeitos mencionados apresentaram uma melhora no percentual de erros, item que determina a precisão em atividades que exigem atenção concentrada, o percentil E%. O sujeito A7 diminuiu o percentual de erros de 1,19 para 0,00, e o sujeito A9 diminuiu de 0,55 para 0,39. O sujeito A8 manteve também seu percentil, porém também teve uma diminuição no percentil de erros de 4,38 para 3,54. No grupo de controle 4 sujeitos aumentaram, 2 preservaram e 2 diminuiram seus percentis para precisão em atividades que exijam atenção concentrada. O sujeito A15 tinha o percentil 25 e diminuiu para 10 e o sujeito A18 tinha o percentil 90 e diminuiu para 25, ambos aumentaram a rapidez, porém não acompanhada de precisão, o que fez seus percentuais de erros quase dobrarem, conforme mostra as tabelas do anexo 2. Os sujeitos no grupo de controle que preservaram seus percentis neste indicador (A11 e A13) também tiveram um aumento no percentual de erros, mas de acordo com a tabela de normalização permaneceram no mesmo percentil. O indicador de precisão em atividades que exigem atenção concentrada é considerado um indicador qualitativo da atenção concentrada dos sujeitos, avalia a capacidade do sujeito em realizar as atividades com rapidez e precisão. Neste indicador, o grupo de participantes teve um resultado mais significativo do que o grupo de controle, embora 3 dos sujeitos permaneceram com o percentil igual, todos apresentaram uma melhora na precisão, avaliada pelo percentual de erros. Se for analisada a média por grupo neste item (gráfico 8) pode-se verificar que o grupo de participantes teve uma melhora na precisão, na qual se obteve uma diminuição da média por grupo de 52%. O grupo de controle, teve uma diminuição na média de 13,8%. Ao submeter as médias ao teste t pareado constatou-se que somente o grupo de participantes, em uma análise estatística, teve uma melhora significativa entre as médias.

Como já evidenciado neste trabalho, a robótica em sua utilização, prioriza o foco da atenção aos detalhes, que são de suma importância tanto para a montagem, devido as peças serem semelhantes, porém com funcionalidades diferentes, como na programação em que um simples sinal negativo pode mudar o efeito desejável do movimento do robô. Durante todas as aulas do projeto em que se origina esta pesquisa, os alunos eram estimulados a prestar atenção nos detalhes, em algumas vezes quando uma distração acontecia na montagem ou programação, ocasionando um efeito indesejável quanto ao funcionamento do protótipo robótico era preciso remontar ou reprogramar o robô novamente, por muitas vezes desde o seu início. Diante deste prisma, na percepção do autor como o principal mecanismo de estímulo da atenção aos detalhes fazia com que os alunos do grupo de participantes realizassem as atividades com cautela e atentando aos detalhes.

Ainda que os sujeitos da pesquisa se encontram em fase de desenvolvimento das funções executivas, que contribuem diretamente na atenção, autores como Matlin (2003), Consenza (2011) e Diamond (2013) enfatizam a importância do ambiente no aprimoramento da atenção, enfatizando que podem contribuir de forma significativa para o seu desenvolvimento, até mesmo na vida adulta. Luria (1991) e Benczik (2000) corroboram com este argumento, e destacam ainda que ambiente físico e a interação social podem favorecer condições para que o desenvolvimento da atenção do indivíduo ocorra de forma que o mesmo possa usufruir desta habilidade no processo cognitivo, na aprendizagem. Neste aspecto, de acordo com a percepção do autor e confrontando com os resultados obtidos no indicador de precisão do teste D2, qual ao ser observado de forma individual e coletivo, constatou-se de que o grupo de participantes, analisando de obteve um resultado mais expressivo do que o grupo de controle com sujeitos da mesma idade, escolaridade e perfil. Há evidências de que o ambiente proporcionado aos alunos do grupo de participantes por meio do projeto de robótica, contribuiu para o desenvolvimento do indicador de precisão, que se caracteriza pela ação dos alunos realizarem as atividades voltando a sua atenção para os detalhes.

Para o indicador que avalia a **amplitude de oscilação** ou ritmo de trabalho em atividades que exigem atenção, 8 sujeitos (88%) apresentaram uma melhora no percentil (percentil AO) e um sujeito manteve o percentil. No grupo de controle 3 (33%) tiveram um aumento e 6 preservaram o percentil. A análise estatística entre as médias

dos grupos apontou que os participantes tiveram uma diminuição de 34%, comprovando que aumentaram a sua capacidade de focar em apenas uma atividade e manter um ritmo de trabalho estável. O percentil da amplitude de oscilação é um indicador qualitativo que avalia a capacidade do sujeito em manter a concentração por meio do ritmo de trabalho.

Analisados de forma concomitante **os dois indicadores qualitativos da atenção** concentrada avaliados no teste, constata-se que no grupo de participantes 6 sujeitos (66%) aumentaram seus percentis para ambos os indicadores, enquanto no grupo de controle nenhum sujeito conseguiu melhorar os indicadores para ambos os índices, conforme mostra o quadro 3 deste trabalho.

Pode-se constatar que nos indicadores qualitativos da atenção concentrada avaliados no teste de atenção concentrada D2, os sujeitos do grupo dos participantes tiveram um resultado mais relevante se comparado com o grupo de controle. Neste âmbito, com base na observação e concepção do autor, os indicadores qualitativos avaliados no teste D2, a precisão e a amplitude de oscilação, que dizem respeito à realização de atividades com a atenção mantida a uma atividade apenas e realização com elevado índice de precisão, foram os indicadores mais estimulados durante as aulas do projeto de robótica, que traz evidências que podem ter contribuído para o melhor resultado do grupo dos participantes. Ainda ao término do projeto, os alunos participantes foram interrogados sobre se observaram uma melhora na capacidade de concentração por meio da utilização da robótica educacional. As respostas na sua íntegra, apresentadas no quadro 6, apontaram que 8 dos 9 sujeitos participantes afirmaram ter percebido algum tipo de melhora na concentração, relatando principalmente pelos sujeitos como a capacidade de melhora na observação a detalhes ao seu redor. Alguns disseram que agora apresentam mais facilidade para se concentrar, para assistir uma aula, por exemplo.

Partindo-se da proposta de que a robótica pode contribuir para o desenvolvimento ou aprimoramento da atenção concentrada dos sujeitos, pode-se constatar por meio dos resultados obtidos nos instrumentos utilizados para a aplicação desta pesquisa, há evidências de que a robótica educacional contribuiu para que os alunos participantes tivessem um aumento da qualidade da atenção concentrada, principalmente nos indicadores de precisão e amplitude de oscilação, que diz respeito, ao aluno fazer as atividades com uma taxa mínima de erros, observando os detalhes

e empregando a capacidade da atenção seletiva e concentrada em apenas uma atividade.

Ainda que, fatores como a maturação biológica e as experiências escolares podem influenciar os resultados obtidos na pesquisa (RAMOS, 2018), tendo em vista que os sujeitos estão em fase de desenvolvimento da atenção, há algumas evidências de que a robótica pode contribuir para o desenvolvimento da atenção concentrada dos sujeitos participantes, uma dessas evidências é que os alunos participantes não realizam nenhuma outra atividade curricular extra além das aulas de robótica. Outra se diz respeito a prática adotada nas aulas do projeto de robótica que são caracterizadas dentro da metodologia PBL, na qual as atividades exigem a todo momento a concentração do aluno na montagem e programação dos protótipos robóticos. Uma vez que o aluno se distrai com alguns estímulos externos ou internos na hora da montagem ou programação, faz influenciar na colocação de uma peça errada, ou esquecendo de colocar uma peça pode comprometer todo o funcionamento do robô, fazendo com que, muitas vezes, o mesmo precise ser remontado desde o começo ou reprogramado novamente.

Durante as aulas, quando alguns projetos não funcionavam, na maioria das vezes, era por falta de atenção dos alunos na construção, deixando de colocar uma peça ou colocando de maneira incorreta. Sempre que isso acontecia os alunos recebiam o feedback quanto ao erro, que geralmente não voltava a acontecer nas sequências das aulas. E ainda, ao se comparar os resultados dos grupos, os alunos do grupo de controle com as mesmas características do grupo de participantes quanto a escolaridade, idade e perfil tiveram um resultado pouco expressivo nos indicadores qualitativos avaliados no teste de atenção concentrada D2.

A utilização da robótica educacional ainda é considerada nas escolas (principalmente nas escolas públicas) como uma inovação, isso faz os alunos se mostrarem muito interessados e motivados pela área. Fato esse que se trabalhado sob uma metodologia de ensino ativa, que desafie o aluno a descobrir, aprender a aprender, a trabalhar de forma colaborativa e estimulando a sua criatividade faz com que os alunos se engajem por completo nas atividades. Isso do ponto de vista do autor, foi o aspecto principal para que os alunos participantes do projeto desta pesquisa tivessem um aumento significativo da qualidade da sua atenção concentrada. Ainda que como descrito na justificativa deste trabalho, não foi

encontrado nenhum trabalho semelhante em que foi pesquisado a atenção utilizando a robótica educacional como pressuposto da aprendizagem, o que se torna impossível comparar os resultados obtidos nesta pesquisa com outros trabalhos. Os trabalhos de pesquisa que mais se aproximam deste trabalho medem a atenção concentrada do aluno com a utilização de games, como é o caso do artigo: “*Diagnosis of the Attention Deficit Disorder using 'D2' and 'Symbols Search' tests through a game-based tool*”, em que as Pascual et al (2012) apresentam os benefícios proporcionados pelos games para a atenção concentrada dos sujeitos da pesquisa. Outro trabalho que se aproxima das características deste trabalho é a dissertação de Ribeiro (2015), que pesquisa a contribuição dos jogos para a capacidade atencional na qual foi utilizado como instrumento de coleta o teste de atenção concentrada D2. Em sua pesquisa, a autora traz indicações de que os jogos cognitivos eletrônicos contribuem para melhorar a capacidade atencional dos alunos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho investigou indicativos relacionados à melhora da atenção concentrada em um projeto de robótica educacional no ensino médio de escolas públicas do município de Porto União – SC. Participaram da pesquisa 19 alunos do ensino médio, quais foram separados em grupos, definidos como participantes e controle. O grupo de participantes da pesquisa, participou de uma proposta de intervenção, caracterizado pela aplicação de um projeto denominado “A aplicação da Robótica Educacional nas escolas públicas do município de Porto União – SC”, que objetivou a realização de um resgate do uso dos *kits* de robótica cedido pelo Governo de Santa Catarina para uma das escolas em que o projeto foi aplicado. O projeto foi executado por um período de 7 meses. As aulas do projeto em que se originou a pesquisa, se destacou pela utilização da aprendizagem baseada em problemas – PBL como metodologia no processo de ensino. O grupo de controle foi formado por sujeitos da mesma idade, escolaridade e perfil do grupo de participantes.

O objetivo geral da pesquisa foi avaliar a utilização da Robótica Educacional como um recurso pedagógico no estímulo ao desenvolvimento da atenção concentrada dos alunos do ensino médio das Escolas de Educação Básica Balduino Cardoso e Nilo Peçanha, ambas localizadas no município de Porto União – SC. A pesquisa quanto aos procedimentos se caracterizou como uma pesquisa participante e quase-experimental, por se ter a ciência de que não se pode ter todo o controle dos efeitos e variáveis que podem influenciar no resultado, em nosso estudo, a atenção, que em toda a sua complexidade, foi avaliada em sujeitos que se encontram em rotinas escolares e em fase de desenvolvimento das funções executivas, que influenciam diretamente na atenção por meio do controle inibitório. Buscando isolar outros fatores que possam comprometer os dados a pesquisa, conforme já mencionado, a pesquisa foi realizada com sujeitos separados em 2 grupos, grupo de participantes e controle, quais foram avaliados por meio do teste psicológico de atenção concentrada D2, utilizado para medir a atenção concentrada dos sujeitos da pesquisa antes e ao término da proposta de intervenção, verificando a evolução dos sujeitos e grupos.

Partindo-se da hipótese de que a robótica pode contribuir para o desenvolvimento ou aprimoramento da atenção concentrada dos sujeitos, em seu

escopo esta pesquisa traz evidências por meio dos resultados obtidos nos instrumentos utilizados, que a robótica educacional foi uma ferramenta que pode contribuir para que os alunos do grupo de participantes tivessem um aumento significativo da qualidade da atenção concentrada, principalmente nos indicadores de precisão e amplitude de oscilação, que se diz respeito ao aluno fazer as atividades com uma taxa mínima de erros, observando os detalhes e empregando a capacidade da atenção seletiva e concentrada para apenas uma única atividade. Alguns fatores evidenciam que as aulas do projeto de robótica foi a responsável por contribuir para o desenvolvimento da atenção concentrada dos sujeitos participantes, um deles é que os alunos participantes não realizam nenhuma outra atividade curricular extra além das aulas de robótica. Outro fator é a prática adotada nas aulas do projeto de robótica que são caracterizadas dentro da metodologia PBL, na qual as atividades exigiam a todo momento a concentração do aluno na montagem e programação dos protótipos robóticos, propiciando assim, um ambiente que em algum grau contribuiu para o desenvolvimento da atenção concentrada dos alunos.

Ao se comparar os resultados dos grupos, os alunos do grupo de controle com as mesmas características do grupo de participantes quanto a escolaridade, idade e perfil tiveram um resultado pouco expressivo nos indicadores qualitativos avaliados no teste de atenção concentrada D2. A exemplo, no indicador do percentual de erros o grupo de participantes teve uma diminuição das médias obtidas de 52%, enquanto o grupo de participantes teve uma diminuição de 13,8%. Segundo o teste t que mede a variância entre as médias, houve somente uma melhora significativa do indicador de precisão para o grupo de participantes.

Ao analisar individualmente os resultados deste indicador o grupo de participantes também teve um melhor desempenho. Para o outro indicador qualitativo avaliado pelo teste, a amplitude de oscilação, que diz respeito ao sujeito manter um ritmo de trabalho estável nas atividades em que está realizando, o grupo de participantes também teve uma melhora significativa, sendo que 8 sujeitos tiveram um aumento de seus percentis, contra 3 no grupo de controle. Ao analisar os dados mesclando esses dois indicadores, tidos com indicadores qualitativos do teste, no grupo de participantes, 6 sujeitos conseguiram aumentar seus percentis em ambos, no grupo de controle nenhum sujeito conseguiu aumentar os percentis nestes 2 indicadores de forma concomitante. Para os indicadores quantitativos, expressados

no teste D2 como resultado bruto e líquido, os sujeitos do grupo de controle, em uma análise individual, tiveram um resultado mais expressivo se comparado com o grupo de participantes.

Os indicadores quantitativos, que no teste se diz respeito a rapidez do sujeito na realização das atividades, não foi explorado nas atividades da proposta de intervenção, até pelo contrário, as atividades do projeto incentivavam a sua realização detidamente, para que se possam ser observados ao máximo os detalhes, evitando possíveis erros na montagem ou programação dos robôs, fato que pode ter contribuído para que os percentis dos sujeitos do grupo de participantes se mantivessem ou tivessem uma leve melhora, porém não tão significativa como aconteceu no grupo de controle, na qual por exemplo, no indicador do resultado líquido, os sujeitos de forma unânime tiveram uma elevação no percentil. Ainda, o manual do teste D2 enfatiza que na reaplicação os sujeitos tendem a ter um aumento de até 25% para o resultado bruto e líquido. Portanto, fica evidenciado que ao analisar os dados do teste individualmente e dos grupos, os alunos participantes tiveram um melhor rendimento nos indicadores qualitativos do teste, enquanto em uma análise individual os sujeitos do grupo de controle tiveram um resultado mais expressivo.

Os resultados obtidos por meio dos instrumentos de coleta de dados revelam que a Robótica Educacional tem potencial para contribuir para a qualidade da concentração dos sujeitos, pois em sua utilização, faz com que o aluno se preocupe em manter o foco da atenção somente nas atividades desenvolvida apenas, para que assim, consiga alcançar o êxito no comprimento das metas.

Embora o surgimento da Robótica Educacional não seja recente, ainda é considerada nas escolas como uma inovação. Fato que, foi observado pelo autor como fundamental para que os alunos se mostrassem muito interessados e motivados pela área. Outro aspecto que se acredita na contribuição para a motivação dos alunos foi a dinâmica das aulas do projeto, quais foram pautadas na utilização de metodologias ativas, proposta pouco utilizada pelos professores do ensino regular dos alunos participantes, segundo os próprios alunos. O uso das metodologias ativas, em nosso trabalho a PBL, em conjunto com a aplicação de dinâmicas que proporcionam aos alunos o comprimento de desafios, foi bem aceita.

A execução do projeto em que se origina este trabalho de pesquisa, teve como a principal limitação a falta de estrutura física para trabalhar com a Robótica

Educacional, como já destacado as aulas aconteciam em espaços alternativos em uma das escolas, porque a mesma não tinha um espaço definido para que as aulas acontecessem. Por se tratarem de escolas públicas, que muitas não recebem recursos financeiros para a compra de materiais de consumo, a falta de pilhas para os controladores, no começo do projeto interferiu para a logística das aulas, na qual tínhamos que trabalhar com grupos maiores de alunos na montagem dos robôs, por muitas vezes as pilhas recarregáveis (56 utilizadas simultaneamente por aula) foram compradas pelo pesquisador e pelos diretores das escolas utilizando recursos próprios para manter o projeto. Isso é uma prática que, infelizmente, acontece em várias escolas públicas, em que o governo em diferentes esferas, envia os equipamentos para as escolas e deixa de fazer um acompanhamento quanto ao funcionamento e utilização dos mesmos. Tanto que como já mencionado, o projeto que embasa esta pesquisa consiste no fato de fazer o resgate de um material cedido pelo governo que se encontrava em desuso.

Ainda que não tenha sido encontrado nenhum trabalho semelhante para comparar os resultados obtidos, foi possível observar que a Robótica Educacional trabalhada sob uma metodologia de ensino ativa, neste trabalho a PBL, que desafiou o aluno a descobrir, a aprender a aprender, a trabalhar de forma colaborativa e que tenha a possibilidade de estimular a sua criatividade fez com que os alunos se engajassem por completo nas atividades do projeto. Isto, do ponto de vista do autor, foi um dos principais aspectos para que os alunos participantes do projeto desta pesquisa tivessem um aumento significativo da qualidade da sua atenção concentrada.

Por fim, como já descrito, para este trabalho que se utilizou um projeto de robótica específico, utilizando-se de 9 sujeitos investigados. Ainda que o tamanho da amostra tenha sido pequeno, há o interesse da continuidade e aprofundamento da pesquisa. Assim, o trabalho buscou estruturar e validar uma metodologia de estudo e análises que possa englobar novas edições de pesquisas posteriores.

Os resultados desta pesquisa mostraram que a robótica educacional tem um grande potencial para melhorar a concentração dos alunos. Mas, com isto, ainda não se pode fazer conclusões generalizadas, do tipo afirmativa, de que a robótica contribuir para a melhora da concentração, pois se trata de um projeto isolado, sendo necessário para trabalhos futuros e como sugestão para outros pesquisadores, repetir

os procedimentos utilizando outros testes que avaliem a atenção concentrada, com uma amostragem maior com sujeitos de faixas etárias e escolaridade diferentes para se ter maior validade da contribuição da robótica para atenção concentrada dos alunos. Também sugere-se a investigação de outras competências que podem ser desenvolvidas com a utilização da Robótica Educacional.

7 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Ana Paula et al. **Robótica Pedagógica Livre**: Instrumento de Criação, Reflexão e Inclusão Sócio-digital. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2007. p. 316-319.

ALIMISIS, Dimitris. **Educational robotics**: Open questions and new challenges. Themes in Science and Technology Education, v. 6, n. 1, p. 63-71, 2013.

ALMEIDA, M.E. **Informática e formação de professores**. Secretaria de Educação a Distância. ProInfo- Brasília: Ministério da Educação, SEED. 2000.

ARAUJO, Renata Silva. **Estudo de padronização, validade e precisão do teste de atenção concentrada d2-R**. 2016. 125 f. Tese (Doutorado) - Curso de Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

AUSUBEL, David Paul. **The acquisition and retention of knowledge**: A cognitive view. Springer Science & Business Media, 2000.

AZEVEDO, Samuel; AGLAÉ, Akynara; PITTA, Renata. **Minicurso: Introdução a robótica educacional**. 62ª Reunião Anual da SBPC. Disponível em: < [http://www.sbpcnet.org.br/livro/62ra/minicursos/MC% 20Samuel% 20Azevedo.pdf](http://www.sbpcnet.org.br/livro/62ra/minicursos/MC%20Samuel%20Azevedo.pdf), 2010.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora**: Uma Abordagem Teórico-Prática. Penso Editora, 2017.

BARROWS, H. S. **A taxonomy of problem-based learning methods**. Medical Education, v. 20, 1986.

BENCZIK, Edyleine Bellini Peroni. **Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade**: atualização diagnóstica e terapêutica: características, avaliação, diagnóstico e tratamento: um guia de orientação para profissionais/ Colaboradores Luís Augusto P. Rohde, Marcelo Schimitz - São Paulo: Casa do Psicólogo, 2000.

BOTELHO, S.C. (1996) **“Desenvolvimento de sistemas inteligentes para controle de robôs móveis”**. CPGCC da UFRGS. Porto Alegre, 1996.

BRICKENKAMP, Rolf. Teste d2: **Atenção concentrada**: Manual, instruções, avaliação, interpretação. São Paulo: Centro Editor de Testes e pesquisas em Psicologia, 2000.

CABRAL, Cristiane Pelisoli. **Robótica educacional e resolução de problemas**: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento. 2011. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

COHEN, L. **Experiments, quasi-experiments, single-case research and meta-analysis** (Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. in Eds) Research methods in education.(6th eds.). 2007.

COLL, César; MARCHESI, Álvaro; PALACIOS, Jesus. **Desenvolvimento Psicológico e Educação**. Trad. Fátima Murad. 2. Ed. Porto Alegre: Artmed,2004.

CONSENZA, Ramon M. **Neurociência e Educação**: Como o cérebro aprende/ Ramon M. Consenza, Lemon B. Guerra - Porto Alegre: Artmed,2011.

COSTA JUNIOR, Almir de Oliveira; GUEDES, Elloa B. **Uma Análise Comparativa de Kits para a Robótica Educacional**.2015. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wei/2015/012.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

CUCH, Luiz Roberto; MEDEIROS, Luciano Frontino de. **Robótica Educacional como Recurso Pedagógico para Alunos de Baixo Rendimento: Relato de Experiência**. 2017. Disponível em: <http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/26520_13738.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2018.

CUCH, Luiz; MEDEIROS, Luciano; GARCIA, Marilene. **A Aplicação da Robótica Educacional sob a Concepção da Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas**. Curitiba: Workshop Robótica na Educação, 2017. 17 p. Disponível em: < <http://www.natalnet.br/wre2017/index.php?page=papers>> Acesso em: 02.jan.2018.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. São Paulo: Cortez, 2010.

DEMO, P. **Educação e qualidade**. Campinas: Papirus, 1996.

DIAMOND, A. **Controle cognitivo e autorregulação em crianças pequenas:** Maneiras de melhorá-los e por que [exibição de slides]. Em: Tremblay RE, Boivin M, Peters RDeV, eds. Morton JB, ed. tema. Enciclopédia sobre o Desenvolvimento na Primeira Infância [on-line]. <http://www.encyclopedia-crianca.com/funcoes-executivas/segundo-especialistas/control-cognitivo-e-autorregulacao-em-criancas-pequenas>. Publicado: Janeiro 2013 (Inglês). Consultado: 17/05/2018.

EIDT, Nadia Mara; TULESKI, Silvana Calvo; DE FÁTIMA FRANCO, Adriana. **Atenção não nasce pronta:** o desenvolvimento da atenção voluntária como alternativa à medicalização. Nuances: estudos sobre Educação, v. 25, n. 1, p. 78-96, 2014.

ESCRIG, Antoni. **El Reloj Milagroso y otras historias científicas sobre robótica, automática y máquinas prodigiosas.** España: Guadalmazan, 2014.

ESCRIVÃO FILHO, Edmundo; RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. **Aprendendo com PBL**–Aprendizagem Baseada em Problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP. Revista Minerva, v. 6, n. 1, p. 23-30, 2009.

FEITOSA, Jeferson Gustavo (organizador). **Manual Didático-Pedagógico.** 1.ed. Curitiba, PR: ZOOM Editora Educacional, 2013.

FERNANDES, Anitta Maria da Rocha. **Inteligência Artificial: Noções Gerais.** Florianópolis: VisualBooks, 2005.

FERNANDES, Carla C.; SÁ, Sarah T.; GONÇALVES, Luiz Marcos G. **Uma nova abordagem em robótica educacional utilizando simuladores e kits de robótica livre.** In: III Workshop de Robótica Educacional (WRE)-Fortaleza, CE. 2012.

FERREIRA, Cláudia. **Transtornos de aprendizagem:** da teoria à prática. Uni Duni Editora de Livros LTDA, 2015.

FILIPAK, Lucas Rafael. **A utilização da robótica com materiais recicláveis como proposta de ensino e aprendizagem no ensino médio / 2016-2018.** 78 f. Dissertação (Mestrado em Educação e Novas Tecnologias) – Centro Universitário Internacional – Uninter. Curitiba, 2018.

FORNAZA, Roseli. **Robótica educacional aplicada ao ensino de física.** 2016. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016.

GAUDIELLO, I.; ZIBETTI, E. **La robotique éducationnelle**: état des lieux et perspectives. *Psychologie française*, v. 58, n. 1, p. 17-40, 2013.

GAZZANIGA, Michael S.; IVRY, Richard B.; MANGUN, George Ronald. **Neurociência cognitiva**: a biologia da mente. Artmed, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSELL, T. M. **Princípios da neurociência**. 5.a Edição ed. Barueri, São Paulo: Manole, 2014.

KAUARK, Fabiana. **Metodologia da pesquisa**: guia prático / Fabiana Kauark, Fernanda Castro Manhães e Carlos Henrique Medeiros. – Ita-buna: Via Litterarum, 2010. 88p.

KOMIS, Vassilis; ROMERO, Margarida; MISIRLI, Anastasia. **A scenario-based approach for designing educational robotics activities for co-creative problem solving**. In: International Conference EduRobotics 2016. Springer, Cham, 2016. p. 158-169.

HOUAISS, Dicionário Houaiss. **Instituto Antônio Houaiss**. São Paulo: Moderna, 2017.

LEGO (2015). **Lego Mindstorms**. <http://mindstorms.lego.com>. Acessado em 15 de Janeiro de 2018.

LEGO (2000). **Manual do Usuário Lego RCX 1.0**. Disponível em <<http://cache.lego.com/bigdownloads/buildinginstructions/4157492.pdf>> Acesso em 15.jan.2018.

LEGO (2006). **Manual do Usuário Lego Mindstorm NXT**. Disponível em: <https://www.generationrobots.com/media/Lego-Mindstorms-NXT-Education-Kit.pdf>. >Acesso em 15.jan.2018.

LEGO (2013). **Manual do Usuário Lego Mindstorm EV3**. Disponível em: <https://www.lego.com/en-us/mindstorms/downloads/user-guide>> Acesso em 15.jan.2018.

LENT, Roberto. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais**. Atheneu: São Paulo, 2002.

LEOTTI, Vanessa Bielefeldt; COSTER, Rodrigo; RIBOLDI, João. **Normalidade de variáveis: métodos de verificação e comparação de alguns testes não-paramétricos por simulação**. Revista HCPA. Porto Alegre. v. 32, n. 2 (2012), p. 227-234, 2012.

LURIA, A.R. **Curso de Psicologia Geral**. 2. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991.

MAISONNETTE, Rogers. **A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina: a robótica educativa**. PROINFO-Programa Nacional de Informática na Educação, Curitiba-PR, p. 35, 2002.

MASSON, Terezinha Jocelen et al. **Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em problemas (PBL)**. In: Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), Belém, PA, Brasil. 2012.

MATARIĆ, M. **Introdução à Robótica**. São Paulo: UNESP, 2014.

MATLIN, M.W. (2003). **Psicologia Cognitiva**. 5ª Edição. Rio de Janeiro: LTC Editora.

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. **Verbete robótica educacional. Dicionário Interativo da Educação Brasileira - Educabrazil**. São Paulo: Midiamix, 2015. Disponível em: <<http://www.educabrazil.com.br/robotica-educacional/>>. Acesso em: 10 de jan. 2018.

MODELIX (2015). **Manual do usuário**. <http://modelix.cc/>. Acessado em 15 de janeiro de 2018.

MORAN. José Manuel. **Novas tecnologias e Mediação pedagógica/ José Manuel Moran, Marcos T. Masseto, Marilda Aparecida Behrens - Campinas, SP: Papirus, 2000.**

MOREIRA, Heriveto; CALEFFE, Luiz Gonzaga. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. 2. Ed. – Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MOREIRA, Leonardo Rocha. **Robótica Educacional: Uma Perspectiva De Ensino e Aprendizagem Baseada no Modelo Construcionista**. 2016. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Informática Aplicada, Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2016.

MOREIRA, Marco Antônio. **Organizadores prévios e aprendizagem significativa**, 2012. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.Pdf>. Acesso em 26.set.2017.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**- São Paulo- Moraes,1982.

NAZARETH, Helenalda Resende de Souza. **Curso básico de estatística**. 8. ed. São Paulo: Ática, 1996.

ORTOLAN, I. T., **Robótica Educacional: uma experiência construtiva**. 102p. Dissertação. (Mestrado em Ciência da Computação) – UFSC, Florianópolis, 2003.

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

PAPERT, Seymour. **LOGO: Computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1986.

PASCUAL, M. F. et al. **Diagnosis of the attention deficit disorder using ‘D2’ and ‘Symbols Search’ tests through a game-based tool**, 17th International Conference on Computer Games (CGAMES), p. 116-119, 2012.

POZO, Juan Ignacio. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**/Juan Ignacio Pozo, Maria del Rey Echeverría, Jesús Dominguez Castilho, Miguel Ángel Gomez Cespo, Yolanda Postigo, Agnón: Trad Beatriz Affonso Neves - Porto Alegre: ArtMed, 1998.

PRIBERAM. **Dicionário online da Língua Portuguesa Priberam**, 17 dez. 2017. Disponível em <<https://www.priberam.com/dlpo/rob%C3%B3tica>>. Acesso em 17 dez. 2017.

RAMOS, Daniela Karine; SEGUNDO, Fabio Rafael. **Jogos Digitais na Escola: aprimorando a atenção e a flexibilidade cognitiva.** Educação & Realidade, v. 43, n. 2, p. 531-550, 2018.

RIBEIRO, Luís Roberto de Camargo. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores.** 2005. 236 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

RIBEIRO, S. P. **Contribuições do jogo cognitivo eletrônico ao aprimoramento da atenção no contexto escolar.** 2015. Dissertação (mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Florianópolis.

ROMANO, V.; DUTRA, M. **Introdução a robótica industrial.** Robótica Industrial: Aplicação na Indústria de Manufatura e de Processo. São Paulo: Edgard Blücher, p. 1-19, 2002.

S4A, Scratch For Arduino. **Scratch for Arduino.** Disponível em: <<http://s4a.cat/>>. Acesso em: 16 jan. 2018.

SANTOS, Icleia; DE MEDEIROS, Luciano Frontino. **Robótica com Materiais Recicláveis e a Aprendizagem Significativa no Ensino da Matemática: Estudo Experimental no Ensino Fundamental.** In: Anais do Workshop de Informática na Escola. 2017. p. 275.

SANTIN, Mateus Madail; SILVA, João Alberto da; BOTELHO, Sílvia Silva da Costa. **TOPOBO: Aspectos motivacionais do uso da robótica com crianças.** 2012. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/36405>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

SCARADOZZI, David et al. **Teaching robotics at the primary school: an innovative approach.** Procedia-Social and Behavioral Sciences, v. 174, p. 3838-3846, 2015.

SILVA, Alzira Ferreira da. **RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional.** 2009. 127 f. Tese (Doutorado em Automação e Sistemas; Engenharia de Computação; Telecomunicações) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SILVA, E. G. **O debate sobre a qualidade do ensino na escola no Brasil a partir do Saeb e da Prova Brasil**. 2011. Disponível em: <<http://nipp.ufsc.br/files/2011/08/Qualidade-do-Ensino-no-Brasil.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2017.

SILVA, Mariana Cardoso da. **Robótica Educacional Livre: um relato de prática no Ensino Fundamental**. 2017. 180 f. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Currículo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE INTELIGÊNCIA EMOCIONAL (São Paulo). **Os 4 tipos de atenção segundo a psicologia**. 2016. Disponível em: <<http://www.sbie.com.br/blog/os-4-tipos-de-atencao-segundo-psicologia>>. Acesso em: 01 mar. 2018.

STERNBERG, R. J. **Psicologia cognitiva** (M. R. B. Osório, Trad.). Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

TORTELLI, Luana et al. **Robótica como alternativa nos processos educativos da Educação Infantil e dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental**. In: XVIII Congresso Argentino de Ciências de la Computación. 2012.

VALENTE, José Armando V234c. **O Professor no Ambiente Logo: formação e atuação** /José Armando Valente, organizador. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1995.

ZANATTA, Ronnie Petter Pereira. **A robótica educacional como ferramenta metodológica no processo ensino-aprendizagem: uma experiência com a segunda lei de Newton na série final do ensino fundamental**. 2013. 110 f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática**. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

APÊNDICE

A - QUESTIONÁRIO AOS SUJEITOS DA PESQUISA

Você está sendo convidado(a) para participar, voluntariamente, da pesquisa “Estudo sobre a atenção concentrada em um projeto de robótica educacional no ensino médio de escolas públicas do município de Porto União – SC” sob responsabilidade de Luiz Roberto Cuch, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação e Novas Tecnologias do Centro Universitário Internacional – UNINTER.

1- Presta pouca atenção a detalhes e comete erros por falta de atenção?

() Sim () Não () Às vezes

2- Tem dificuldade em se concentrar ao assistir uma aula, palestra ou ler um livro?

() Sim () Não () Às vezes

3- Distrai-se com muita facilidade com coisas à sua volta ou com os próprios pensamentos?

() Sim () Não () Às vezes

4- Distrai-se com estímulos externos? Se a resposta for sim destaque quais?

R: _____

B - QUESTIONÁRIO AOS PROFESSORES DOS SUJEITOS DA PESQUISA

Você está sendo convidado(a) para participar, voluntariamente, da pesquisa “Estudo sobre a atenção concentrada em um projeto de robótica educacional no ensino médio de escolas públicas do município de Porto União – SC” sob responsabilidade de Luiz Roberto Cuch, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação e Novas Tecnologias do Centro Universitário Internacional – UNINTER.

1) Para você, a atenção concentrada ou concentração é um fator importante para a aprendizagem do aluno? Justifique sua resposta.

R: _____

2) Quais elementos podem tirar a atenção concentrada ou concentração do aluno durante as aulas?

R: _____

3) Na sua concepção o que pode ser feito para melhorar o aspecto da atenção concentrada ou concentração do aluno?

R: _____

4) Na sua opinião as atividades da Robótica Educacional podem ajudar a melhorar a atenção concentrada dos alunos?

() sim () não () em partes

C - QUESTIONÁRIO AOS SUJEITOS DO GRUPO DE PARTICIPANTES DA PESQUISA

Você está sendo convidado(a) para participar, voluntariamente, da pesquisa “Estudo sobre a atenção concentrada em um projeto de robótica educacional no ensino médio de escolas públicas do município de Porto União – SC” sob responsabilidade de Luiz Roberto Cuch, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação e Novas Tecnologias do Centro Universitário Internacional – UNINTER.

Pergunta 1 - Na sua percepção, após as aulas do projeto de robótica, você sente que teve uma melhora na capacidade de concentração? Argumente sua resposta

R: _____

ANEXOS

ANEXO 1: PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Título da Pesquisa: ESTUDO SOBRE A ATENÇÃO CONCENTRADA EM UM PROJETO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL APLICADO NO ENSINO MÉDIO DAS ESCOLAS PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE PORTO UNIÃO - SC

Pesquisador: LUIZ ROBERTO CUCH

Versão: 2

CAAE: 79800317.3.0000.5573

Instituição Proponente: Centro Universitário Internacional UNINTER

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.442.457

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O estudo poderá ser uma contribuição com a avaliação de uso de tecnologias para promover a aprendizagem. Os riscos poderão ocorrer se não houver sigilo dos registros da pesquisa, pois poderão expor alunos com menor concentração como alvo de comentários. Na metodologia muito bem descrita estão indicados os cuidados em relação a aplicação dos testes.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Todos os elementos elencados a serem completados foram realizados pelo pesquisador proponente. A pesquisa poderá ser uma contribuição para estudos de emprego da robótica no processo de ensino e aprendizagem.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos foram incluídos e contém informações minuciosas sobre o projeto e a participação no estudo. Os termos de compromisso de sigilo e guarda dos dados

estão anexados. Os termos de assentimento dos locais de realização da pesquisa também foram indicados.

Recomendações:

Os riscos são mínimos e as foram de aplicação dos instrumentos de pesquisa estão inclusos respeitando os cuidados éticos em pesquisa com seres humanos.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O pesquisador atendeu todas as solicitações de adequação do projeto às normas éticas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Centro Universitário Internacional Uninter, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12, manifesta-se pela aprovação do projeto conforme proposto para início da Pesquisa. Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios semestrais sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos.

É dever do CEP acompanhar o desenvolvimento dos projetos, por meio de relatórios semestrais dos pesquisadores e de outras estratégias de monitoramento, de acordo com o risco inerente à pesquisa.

Situação do Parecer: Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP: Não

CURITIBA, 15 de Dezembro de 2017

Assinado por:

Desiré Luciane Dominschek Lima (Coordenador)

ANEXO 2: ANÁLISE INDIVIDUAL DOS DADOS OBTIDOS NO TESTE DE ATENÇÃO CONCENTRADA D2

SUJEITO: A1

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 421 | 12 | 409 | 2,85 | 11 | 50 | 50 | 50 | 75 |
| PÓS-PROJETO | 569 | 10 | 559 | 1,76 | 9 | 70 | 80 | 75 | 90 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **média**

Atenção concentrada (percentil RL): **média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **acima da média**

Análise pós projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **média**

Atenção concentrada (percentil RL): **acima da média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **acima da média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **superior**

SUJEITO: A2

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 476 | 16 | 460 | 3,36 | 13 | 70 | 80 | 50 | 50 |
| PÓS-PROJETO | 538 | 6 | 532 | 1,12 | 10 | 95 | 99 | 90 | 75 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **média**

Atenção concentrada (percentil RL): **acima da média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **média**

Análise pós-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **superior**

Atenção concentrada (percentil RL): **superior**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **superior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **acima da média**

SUJEITO: A3

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 441 | 20 | 421 | 4,54 | 16 | 60 | 60 | 50 | 50 |
| PÓS-PROJETO | 524 | 7 | 517 | 1,34 | 9 | 90 | 95 | 90 | 90 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **média**

Atenção concentrada (percentil RL): **média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **média**

Análise pós-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **superior**

Atenção concentrada (percentil RL): **superior**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **superior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **superior**

SUJEITO: A4

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 350 | 15 | 335 | 4,29 | 14 | 20 | 20 | 50 | 50 |
| PÓS-PROJETO | 339 | 1 | 338 | 0,29 | 10 | 10 | 20 | 90 | 75 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **inferior**

Atenção concentrada (percentil RL): **inferior**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **média**

Análise pós-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **inferior**

Atenção concentrada (percentil RL): **inferior**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **superior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **acima da média**

SUJEITO: A5

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 581 | 24 | 557 | 4,13 | 21 | 99 | 99 | 50 | 25 |
| PÓS-PROJETO | 645 | 16 | 627 | 2,48 | 6 | 99 | 99 | 75 | 90 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **superior**

Atenção concentrada (percentil RL): **superior**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **inferior à média**

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **superior**

Atenção concentrada (percentil RL): **superior**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **acima da média**

Amplitude de oscilação (percentil ao) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **superior**

SUJEITO: A6

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 462 | 24 | 440 | 5,19 | 19 | 70 | 70 | 25 | 25 |
| PÓS-PROJETO | 453 | 15 | 438 | 3,64 | 15 | 60 | 70 | 50 | 50 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **média**

Atenção concentrada (percentil RL): **média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **inferior à média**

Amplitude de oscilação (percentil ao) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **inferior à média**

Análise pós-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **média**

Atenção concentrada (percentil RL): **média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **média**

SUJEITO: A7

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 419 | 5 | 414 | 1,19 | 13 | 50 | 60 | 90 | 50 |
| PÓS-PROJETO | 552 | 0 | 552 | 0,00 | 15 | 95 | 99 | 90 | 50 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **média**

Atenção concentrada (percentil RL): **média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **superior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **média**

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **superior**

Atenção concentrada (percentil RL): **superior**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **superior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **média**

SUJEITO: A8

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 571 | 25 | 546 | 4,38 | 14 | 99 | 95 | 50 | 50 |
| PÓS-PROJETO | 650 | 23 | 627 | 3,54 | 3 | 99 | 99 | 50 | 90 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **superior**

Atenção concentrada (percentil RL): **superior**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **média**

Análise pós-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **superior**

Atenção concentrada (percentil RL): **superior**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **superior**

SUJEITO: A9

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 360 | 2 | 358 | 0,55 | 14 | 10 | 25 | 90 | 50 |
| PÓS-PROJETO | 506 | 2 | 504 | 0,39 | 12 | 90 | 90 | 90 | 75 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **inferior**

Atenção concentrada (percentil RL): **inferior à média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **superior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **média**

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **superior**

Atenção concentrada (percentil RL): **superior**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **superior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **acima da média**

SUJEITO: A10

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 446 | 9 | 437 | 2,02 | 15 | 60 | 70 | 75 | 50 |
| PÓS-PROJETO | 520 | 5 | 515 | 0,96 | 16 | 90 | 95 | 90 | 50 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **média**

Atenção concentrada (percentil RL): **média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **acima da média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **média**

Análise pós-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **superior**

Atenção concentrada (percentil RL): **superior**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **superior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **média**

SUJEITO: A11

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 348 | 0 | 348 | 0,00 | 12 | 20 | 20 | 90 | 75 |
| PÓS-PROJETO | 406 | 3 | 403 | 0,74 | 11 | 40 | 50 | 90 | 75 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **inferior à média**

Atenção concentrada (percentil RL): **inferior à média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **superior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **acima da média**

Análise pós-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **inferior à média**

Atenção concentrada (percentil RL): **média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **superior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **acima da média**

SUJEITO: A12

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 460 | 41 | 419 | 8,91 | 23 | 70 | 20 | 10 | 10 |
| PÓS-PROJETO | 472 | 28 | 444 | 5,93 | 23 | 70 | 70 | 25 | 25 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **acima da média**

Atenção concentrada (percentil RL): **inferior à média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **inferior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **inferior**

Análise pós-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **acima da média**

Atenção concentrada (percentil RL): **acima da média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **inferior à média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **inferior à média**

SUJEITO: A13

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 389 | 38 | 351 | 9,8 | 18 | 30 | 25 | 10 | 50 |
| PÓS-PROJETO | 459 | 55 | 404 | 12,0 | 16 | 70 | 50 | 10 | 50 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **inferior à média**

Atenção concentrada (percentil RL): **inferior à média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **inferior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **média**

Análise pós-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **acima da média**

Atenção concentrada (percentil RL): **média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **inferior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **média**

SUJEITO: A14

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 415 | 91 | 324 | 21,9 | 47 | 40 | 20 | 10 | 10 |
| PÓS-PROJETO | 419 | 28 | 397 | 6,7 | 28 | 50 | 50 | 25 | 10 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **inferior à média**

Atenção concentrada (percentil RL): **inferior à média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **inferior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **inferior**

Análise pós-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **média**

Atenção concentrada (percentil RL): **média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **inferior à média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **inferior**

SUJEITO: A15

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 352 | 17 | 335 | 4,83 | 19 | 20 | 20 | 25 | 25 |
| PÓS-PROJETO | 447 | 40 | 407 | 8,95 | 12 | 60 | 50 | 10 | 75 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **inferior à média**

Atenção concentrada (percentil RL): **inferior à média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **inferior à média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **inferior à média**

Análise pós-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **média**

Atenção concentrada (percentil RL): **média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **inferior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **acima da média**

SUJEITO: A16

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 555 | 61 | 494 | 11,0 | 13 | 95 | 90 | 10 | 50 |
| PÓS-PROJETO | 652 | 72 | 580 | 11,0 | 3 | 99 | 99 | 10 | 90 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **superior**

Atenção concentrada (percentil RL): **superior**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **inferior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **média**

Análise pós-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **superior**

Atenção concentrada (percentil RL): **superior**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **inferior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **superior**

SUJEITO: A17

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 431 | 20 | 411 | 4,64 | 23 | 50 | 60 | 50 | 10 |
| PÓS-PROJETO | 479 | 10 | 469 | 2,09 | 22 | 75 | 80 | 75 | 10 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **média**

Atenção concentrada (percentil RL): **média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **inferior**

Análise pós-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **acima da média**

Atenção concentrada (percentil RL): **acima da média**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **acima da média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **inferior**

SUJEITO: A18

| APLICAÇÃO | RESULTADO BRUTO(RB) | TAXA DE ERROS(TE) | RESULTADO LÍQUIDO (RL) | PERCENTUAL DE ERROS (E%) | AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO(AO) | PERCENTIL RB | PERCENTIL RL | PERCENTIL E% | PERCENTIL AO |
|-------------|---------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRÉ-PROJETO | 209 | 1 | 208 | 0,48 | 17 | 1 | 1 | 90 | 50 |
| PÓS-PROJETO | 268 | 17 | 251 | 6,34 | 5 | 5 | 5 | 25 | 90 |

Análise pré-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **inferior**

Atenção concentrada (percentil RL): **inferior**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **superior**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **média**

Análise pós-projeto:

Rapidez do sujeito em atividade que exijam atenção (percentil RB): **inferior**

Atenção concentrada (percentil RL): **inferior**

Rapidez acompanhada de precisão (percentil E%): **inferior à média**

Amplitude de oscilação (percentil AO) capacidade de manter o ritmo de trabalho e concentração: **superior**