



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Aline Regina dos Santos

**UMA ANÁLISE DA AVALIAÇÃO EM MATEMÁTICA NO DESENVOLVIMENTO
DE ATIVIDADES DA ROBÓTICA EDUCACIONAL**

Sorocaba/SP

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Pró- Reitoria de Extensão

Aline Regina dos Santos

**UMA ANÁLISE DA AVALIAÇÃO EM MATEMÁTICA NO DESENVOLVIMENTO
DE ATIVIDADES DA ROBÓTICA EDUCACIONAL**

Trabalho de Dissertação apresentado ao
Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Ciências Exatas como requisito parcial para
obtenção o grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Sadao Massago

Sorocaba/SP

2023

Santos, Aline Regina dos

Uma análise da avaliação em matemática no desenvolvimento de atividades da robótica educacional / Aline Regina dos Santos -- 2024.
87f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba
Orientador (a): Sadao Massago
Banca Examinadora: Esdras Teixeira Costa, Rogério Fernando Pires
Bibliografia

1. Avaliação. 2. Matemática. 3. Robótica Educacional. I. Santos, Aline Regina dos. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -
CRB/8 6979



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Aline Regina dos Santos, realizada em 09/02/2024.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Sadao Massago (UFSCar)

Prof. Dr. Esdras Teixeira Costa (UFJ)

Prof. Dr. Rogerio Fernando Pires (UFU)

Documento assinado digitalmente
gov.br SADAO MASSAGO
Data: 09/02/2024 18:14:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
gov.br ROGERIO FERNANDO PIRES
Data: 15/02/2024 19:32:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
gov.br ESDRAS TEIXEIRA COSTA
Data: 13/02/2024 09:05:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por me conceder empenho e perseverança para realizar esse mestrado profissional. Pela convivência com professores, em especial pelo meu orientador Prof^o Dr. Sadao Massago, e colegas que permitiram o desempenho necessário para a realização das atividades: pela organização das aulas, pelas propostas de tarefas, pelos debates, pelos esclarecimentos de dúvidas e incentivos.

Agradeço e me desculpo com meu filho João Francisco por, nesse período, dividir a atenção dos cuidados maternos com as atividades do mestrado.

Agradeço aos meus pais por me conceberem e me fazerem ser uma pessoa que acredita na possibilidade do desenvolvimento pessoal através dos estudos.

Agradeço ao PPGECE/ UFSCar (Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas/ Universidade Federal de São Carlos).

Agradeço à empresa Lanxess que, com sua iniciativa corroborou para a disseminação das aulas de Robótica Educacional no município de Porto Feliz.

Agradeço à Prefeitura de Porto Feliz- Secretaria de Educação pela sustentação ao Projeto Conexão Digital- robótica, que serviu como fonte parcial dos dados para análise nessa pesquisa.

Agradeço aos estudantes do grupo Robótica de uma escola de Porto Feliz por aceitarem participar do estudo.

Agradeço a Fernando Pires da Silva, autor/ orientador de alguns trabalhos que estudei, pela atenção e encaminhamento de materiais para pesquisa.

Agradeço a todos que, diretamente ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“O assunto mais importante do mundo pode ser simplificado até o ponto em que todos possam apreciá-lo e compreendê-lo. Isso é - ou deveria ser - a mais elevada forma de arte.”

Charles Chaplin

RESUMO

Com este trabalho buscamos entender como ocorre a avaliação de competências e habilidades de matemática durante as aulas de robótica educacional. Investigamos a possibilidade de desenvolver um instrumento avaliativo utilizando a robótica educacional para a utilização em turmas regulares de 30 alunos, visto que a literatura aponta que a robótica oferece benefícios educacionais. Para tal, delineamos como objetivos específicos: avaliar o desempenho de competências e habilidades de matemática durante a realização de atividades nas aulas de robótica e classificar a aprendizagem conforme Modelo de Aprendizagem de Geometria de Van Hiele; Verificar a qual tendência pedagógica, dentre as descritas por José Carlos Libâneo, as aulas de robótica melhor se identificam; Descrever como o desempenho das competências e habilidades de matemática foram identificadas durante as aulas neste Estudo de Caso; Rastrear em Dissertações, os conteúdos (objetos de conhecimento) Matemáticos abordados nas pesquisas envolvendo Matemática e Robótica Educacional e; Identificar o modo que os pesquisadores verificaram o desempenho da aprendizagem dos educandos nas aulas de robótica educacional. Para atingir a esses objetivos foram analisados referenciais teóricos sobre avaliação escolar, como Cipriano Carlos Luckesi e Jussara Hoffmann, que em seus textos explicam a visão de outros teóricos que se empenharam na questão da avaliação escolar. Apresentamos um breve histórico sobre a Robótica Educacional. A metodologia do trabalho é o Estudo de Caso e a Pesquisa Bibliográfica. O Estudo de Caso contou com a participação de 17 estudantes de oitavos e nonos anos de uma escola municipal de Porto Feliz. Os dados são coletados mediante observação participante, resolução de atividades escritas e práticas, interações entre os estudantes e a professora. Na Pesquisa Bibliográfica os dados foram recolhidos de dissertações e teses no banco de trabalhos do Google Scholar e do grupo NUPEME. Dentre os resultados destacamos que a avaliação das competências de matemática, durante as aulas de Robótica Educacional, ocorre de modo qualitativo.

Palavras-chave: Estudo de caso. Avaliação. Matemática. Robótica Educacional.

ABSTRACT

With this work we seek to understand how the assessment of mathematics skills and abilities occurs during educational robotics classes. We investigated the possibility of developing an assessment instrument using educational robotics for use in regular classes of 30 students, as the literature indicates that robotics offers educational benefits. To this end, we outline the following specific objectives: evaluate the performance of mathematics skills and abilities during activities in robotics classes and classify learning according to the Van Hiele Geometry Learning Model; Check which pedagogical trend, among those described by José Carlos Libâneo, robotics classes best identify with; Describe how the performance of mathematics skills and abilities were identified during classes in this Case Study; Track in Dissertations, the contents (objects of knowledge) Mathematicians involved in research involved in Mathematics and Educational Robotics and; identify the way in which researchers verified the learning performance of students in educational robotics classes. To achieve these objectives, theoretical references on school assessment were developed, such as Cipriano Carlos Luckesi and Jussara Hoffmann, who in their texts explain the vision of other theorists who were committed to the issue of school assessment. We present a brief history of Educational Robotics. The work methodology is Case Study and Bibliographic Research. The Case Study included the participation of 17 students aged eight and nine from a municipal school in Porto Feliz. Data are collected through participant observation, interaction of written and practical activities, interactions between students and the teacher. In Bibliographic Research, data were collected from dissertations and theses in the Google Scholar work database and the NUPEME group. Among the results, we highlight that the assessment of mathematics skills, during Educational Robotics classes, occurs in a qualitative way.

Keywords: Case study. Assessment. Mathematics. Educational Robotics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Figura 1: Marvin Minsk (à esquerda) e Seymour Papert (à direita), 1971.....	15
Figura 2- Figura 2: Meninos brincando com o Robô Tartaruga	16
Figura 3- Detalhe da caneta no Robô Tartaruga.....	16
Figura 4- Editor do Scratch 3.0.....	17
Figura 5- Robô NAO.....	17
Figura 6- Raspberry Pi e Arduino.....	17
Figura 7- Plataforma Arduino IDE e Placa Arduino UNO	42
Figura 8- Motor DC	42
Figura 9- Servo Motor	43
Figura 10- Ponte H L298N	43
Figura 11- Figura com eixos coordenados.....	45
Figura 12- Produção de robô.....	46
Figura 13- Corrida no labirinto	47
Figura 14- Construção e programação	48
Figura 15- Carrinho com motor DC e servo-motor	48
Figura 16- Imagem de atividade no Scratch.....	49
Figura 17- Questões escritas	50
Figura 18- Produção e medição de ângulos, correção da folha do colega	51
Figura 19- Tiro ao alvo, ponta da flecha é o centro do ângulo	51
Figura 20- Pontos no plano cartesiano: identificação com excesso de parênteses	52
Figura 21- Pontos no plano cartesiano: identificação sem parênteses	52
Figura 22- Pontos no plano cartesiano: identificação adequada	53
Figura 23- Coordenadas cartesiana com eixos Altura e Idade 1	53

Figura 24- Coordenadas Cartesianas com eixos Altura e Idade 2	54
Figura 25- Realização de pesquisa e compartilhamento.....	55
Figura 26- Trabalho em pares.....	57
Figura 27- Aplicação da Atividade no 5° A -1.....	59
Figura 28- Aplicação da Atividade no 5° A - 2.....	59
Figura 29- Foto de final de atividade	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	HISTÓRIA DO DESENVOLVIMENTO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL	15
2.2	CIPRIANO CARLOS LUCKESI.....	18
2.3	JUSSARA HOFFMANN	22
2.4	MODELO DE APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA DO CASAL VAN HIELE....	26
2.5	TENDÊNCIAS PEDAGÓGICAS NA PRÁTICA ESCOLAR DE JOSÉ CARLOS LIBÂNEO	29
2.6	SELEÇÃO DE COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE MATEMÁTICA NA BNCC PARA ANÁLISE	37
3	METODOLOGIA DE PESQUISA	41
3.1	PLANEJAMENTO	41
3.2	APLICAÇÃO	45
3.3	ANÁLISE	59
4	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA DE ESTUDOS DE CASO DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA E ROBÓTICA EDUCACIONAL	61
4.1	CAMPEONATOS DE ROBÓTICA NA ESCOLA. CONSTITUIÇÃO DE UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM. BRYTHNER MONTEIRO DELFINO, 2017	61
4.2	ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE NO 9º ANO DO ENSINO BÁSICO: UMA TRILHA DE IMPLEMENTAÇÃO DE ROBÓTICA COM ARDUINO PARA O ENSINO DE FÍSICA E MATEMÁTICA. MARCELO PIRES DA SILVA, 2021.	62
4.3	ROBÓTICA NO ENSINO APRENDIZAGEM DE FÍSICA E MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL I. GEISLA APARECIDA DE CARVALHO, 2021.	66
5	RESULTADOS	72
	ANEXOS	78
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

1 INTRODUÇÃO

Trabalho no município de Porto Feliz/SP, onde está situada uma das unidades da empresa Lanxess que possui como valor, garantir os padrões de segurança, ambientais e sociais. A LANXESS tem unidades em todo o mundo e se esforça para fazer da sustentabilidade, um foco para todos os colaboradores e para estabelecer soluções sustentáveis em todas as áreas-chave. Por apoiar iniciativas, em 2021 esta empresa doou alguns kit's de peças de robótica para a Secretaria de Educação do Município de Porto Feliz.

Esse primeiro passo estimulou a procura por parcerias para instituir aulas de robótica na Rede Municipal de Educação de Porto Feliz. A prefeitura realizou investimentos com a aquisição de materiais adicionais de eletrônica e robótica, como sensores, Arduino, protoboards, etc. e, por meio da Secretaria de Educação, fez uma parceria com o IFSP- Sorocaba/SP que disponibilizou um professor especialista, Prof. Dr. Sergio Shimura, para realizar a formação inicial dos professores interessados em ministrar aulas num projeto chamado Conexão Digital e concedeu alunos bolsistas do curso de Eletroeletrônica para realizarem os suportes presencial e remoto aos professores do projeto.

A formação ocorreu no quarto bimestre de 2021 e as aulas foram atribuídas aos professores para o início de 2022.

Embora tivemos suporte, eu me senti muito insegura, comprei e li alguns livros sobre robótica e eletrônica, assisti a vídeos de projetos de robótica e testei algumas produções em casa antes do início das aulas em fevereiro/2022.

Diante do cenário de procura de informações e aplicações para o planejamento dessas aulas, que demandou muito tempo e algum investimento em dinheiro, minha percepção inicial era contribuir com uma pesquisa em minha dissertação de mestrado que deixasse esse percurso pronto para os próximos professores. Fazer um material registrando minhas experiências e sugestões de atividades para trabalho com Robótica Educacional.

Mas ao acessar a biblioteca on-line de Dissertações e Teses verifiquei que havia trabalhos muito próximos à minha intenção, inclusive um que parecia ter sido escrito por mim (Robótica Educacional como cenário investigativo nas aulas de Matemática- Karina Disconsi Maliuky), expressando percepções análogas às que tive nos primeiros meses de aulas com robótica. Então comecei a realizar buscas por teses e dissertações com as palavras-chave “robótica e matemática”, procurando indicações de sugestões para pesquisas futuras.

Esta busca retornou uma grande quantidade de trabalhos, li vários e me animei quando encontrei uma dissertação de Gesser (2022) intitulado “Estado da arte das pesquisas em robótica educacional no ensino de matemática”. Pude utilizar os resultados das análises de várias pesquisas sobre o tema Robótica e Matemática lendo somente um trabalho. Na verdade, foram três porque Gesser (2022) analisa os trabalhos defendidos entre 2017 e 2020; Braz (2019) os trabalhos de 2007 a 2017 e Barbosa (2016) expõe trabalhos de 2002 a 2013. Também utilizei a categorização de Souza *et al* (2015) para delinear o meu Projeto de Pesquisa:

- Sequência de atividades
- Formação docente
- Instrumento avaliativo
- Material didático.

A análise desses trabalhos aponta que o item instrumento avaliativo é pouco explorado nas teses e dissertações e nos produtos de Mestrados Profissionais. No decorrer das atividades no primeiro semestre de 2022, delineamos o Projeto de Pesquisa.

A partir do segundo semestre do mesmo ano, iniciaram as observações da turma participante em uma escola municipal de Porto Feliz para o presente estudo. As aulas de robótica estão organizadas no período oposto ao das aulas regulares. Em 2022 eram 2 horas-aula semanais. Em 2023 passaram a ser 3 horas-aula semanais.

Os objetivos específicos deste estudo são:

- Avaliar o desempenho de competências e habilidades de matemática durante a aplicação de atividades nas aulas de robótica e classificar a aprendizagem conforme Modelo de Aprendizagem de Geometria de Van Hiele;
- Verificar a possibilidade de desenvolver um instrumento avaliativo para aplicação num grupo de 30 alunos para verificar a aprendizagem de conceitos matemáticos utilizando a Robótica Educacional;
- Verificar a qual tendência pedagógica (dentre as descritas por José Carlos Libâneo), as aulas de robótica melhor se identificam;
- Descrever como o desempenho das competências e habilidades de matemática foram identificadas durante as aulas nesse Estudo de Caso;
- Rastrear em Dissertações, os conteúdos Matemáticos abordados nas pesquisas envolvendo Matemática e Robótica Educacional e;

- Identificar o modo que os pesquisadores verificaram o desempenho da aprendizagem dos educandos nesses tópicos durante o desenvolvimento da robótica educacional.

Para atingir esses objetivos, foram elucidados referenciais teóricos sobre avaliação escolar. Os comentários estão firmados à luz de Carlos Cipriano Luckesi e Jussara Hoffmann. Apresentamos um breve histórico sobre a Robótica Educacional, a Metodologia do Estudo de Caso, da Pesquisa Bibliográfica e a Conclusão.

O presente estudo aponta, pela observação da turma participante, que as análises de desenvolvimento da aprendizagem podem ocorrer de forma qualitativa e individualizada por meio da observação das hipóteses dos alunos, em suas falas e durante as tentativas de realizar a tarefa de uma ou outra maneira.

Foram realizados testes escritos individuais, porém a situação não forneceu dados significativos sobre a aprendizagem porque não foi o objeto das aulas, o aprofundamento de conteúdos matemáticos, e os instrumentos utilizados não conseguem me expor se há falha no processo de ensino, de aprendizagem ou na avaliação, visto que os alunos foram capazes de desenvolver os projetos satisfatoriamente, os fazendo funcionar, mas nem sempre conseguiram explicar formalmente os objetos de conhecimento aplicados nos trabalhos.

Diante da dúvida, pensamos ser coerente realizar a leitura de trabalhos que tratam sobre o Ensino de Matemática e a Robótica Educacional com o objetivo de identificar traços da avaliação em outros trabalhos pela maneira de escrever dos pesquisadores, visto que não era tema de suas pesquisas, a avaliação em si, mas por tratar-se do ensino, há a probabilidade de terem escrito como conferiram a qualidade do que os alunos aprenderam.

Nos resultados, apontamos as tendências pedagógicas mais observadas durante as leituras; quais os conteúdos abordados nos trabalhos; quais as descrições para a verificação de aprendizagem foram mais utilizadas e concluímos o nosso posicionamento sobre a possibilidade do desenvolvimento de Instrumento Avaliativo utilizando a Robótica Educacional para a verificação de competências e habilidades de Matemática.



Figura 2: Meninos brincando com o Robô Tartaruga
Fonte: [MPM5614_2022_LOGO_Introd.pdf \(usp.br\)](#)



Figura 3: Detalhe da caneta no Robô Tartaruga
Fonte: [MPM5614_2022_LOGO_Introd.pdf \(usp.br\)](#)

Na década de 1980, o professor Karel Capek introduziu o termo "robótica" em sua peça de teatro chamada "R.U.R." (Robots Universais Rossum). A partir desse momento, o termo começou a ser usado de forma mais ampla para se referir à área de estudo e desenvolvimento de robôs.

Aqueles que pensam dominar a indústria são eles próprios dominados por ela. Os robôs devem ser produzidos embora sejam, ou melhor, porque são, uma indústria de guerra. A concepção do cérebro humano finalmente escapou do controle das mãos humanas. Esta é a comédia da Ciência.

(KAREL CAPEK, 1923 APUD FAUZA, p. 83-84) Tradução nossa

Nos anos seguintes, vários projetos de robótica educacional foram implementados e a tecnologia foi avançando para se tornar mais acessível e adaptada às necessidades educacionais. A LEGO Mindstorms, lançada em 1998, foi um marco importante, permitindo que estudantes construíssem e programassem seus próprios robôs com blocos LEGO.

Lançada no ano de 1998, o sistema LEGO Mindstorms é uma linha específica para a área de Educação Tecnológica. Sua utilização baseia-se no aprendizado lúdico, cuja função didática aborda a prática de conteúdos da área de tecnologia. Os estudantes utilizam os conjuntos para desenvolver projetos de robótica. As atividades realizadas com o kit, possibilitam aos estudantes o desenvolvimento da capacidade psicomotora e o mais importante, o raciocínio lógico. Instituições de ensino tecnológico como o SESI (Serviço Social da Indústria), utilizam o LEGO Mindstorms e o destaca como um importante aparato para desenvolver as habilidades técnicas dos alunos.

(ANNA ADAMI- Infoescola)

Atualmente, a robótica educacional abrange desde kits de construção simples até robôs mais avançados, como o NAO, utilizado em pesquisas e programas educacionais. Além disso, a programação e a codificação têm se tornado habilidades essenciais na robótica educacional, com o uso de linguagens e plataformas como Scratch, Arduino e Raspberry Pi.

O Scratch é a maior comunidade do mundo de programação para crianças e uma linguagem de programação com uma interface visual simples que permite que os jovens criem histórias, jogos e animações digitais. O Scratch é projetado, desenvolvido e moderado pela [Fundação Scratch](#), uma organização sem fins lucrativos.

O Scratch promove o pensamento computacional e habilidades de resolução de problemas; ensino e aprendizagem criativos; autoexpressão e colaboração; e equidade em computação.

O Scratch sempre será gratuito e está disponível em mais de 70 idiomas.

(<https://scratch.mit.edu/about>)

As placas Arduino e Raspberry Pi foram lançadas em anos diferentes, 2005 e 2012 respectivamente, com o objetivo inicial de auxiliar na área educacional, principalmente os estudantes de robótica, programação e eletrônica.

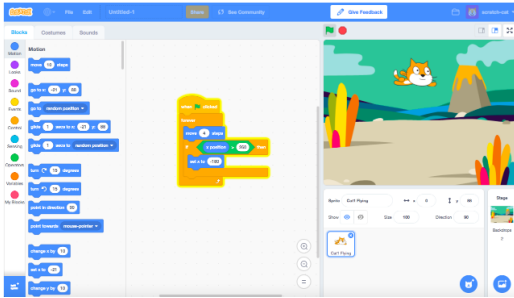


Figura 4: Editor do Scratch 3.0

Fonte: <https://luisgustavoaraujo.medium.com/3-coisas-para-saber-sobre-o-scratch-3-0-bd69ddb49d88>

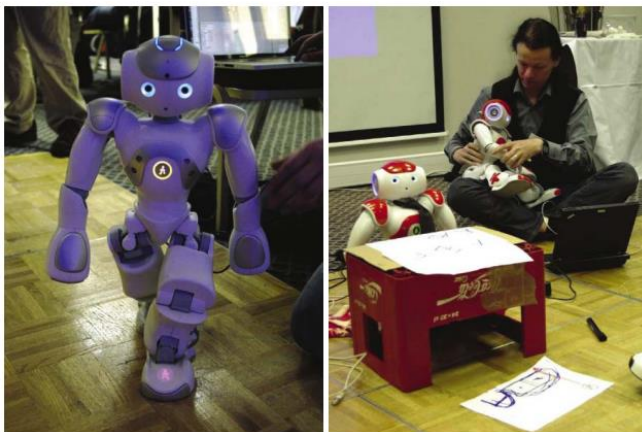


Figura 5: Robô NAO

Fonte: <https://www.robotlab.com/hubfs/Artigo%20Rob%C3%B4%20NAO.pdf>

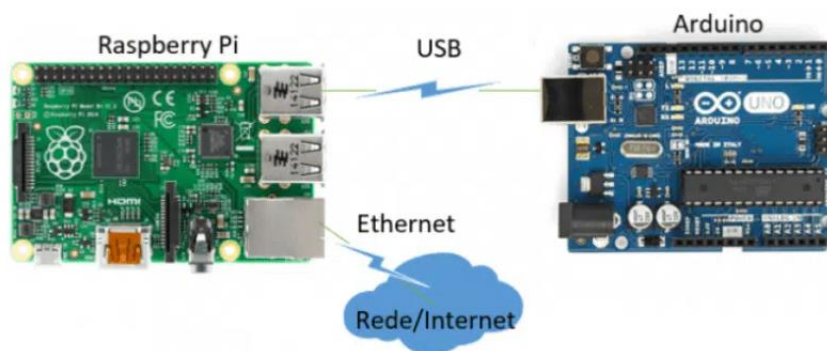


Figura 6: Raspberry Pi e Arduino

Fonte: <https://embarcados.com.br/sistema-web-com-raspberry-pi-e-arduino/>

A literatura aponta que a Robótica Educacional ajuda a despertar o interesse dos alunos pela ciência e pela tecnologia. Aponta também que a abordagem promove uma aprendizagem mais

significativa porque os alunos podem ver diretamente os resultados de sua programação e experimentação.

2.2 CIPRIANO CARLOS LUCKESI

Cipriano Carlos Luckesi nasceu em 1943, em Charqueada/ SP, é licenciado em Filosofia pela Universidade Católica de Salvador/ BA, em 1970. Formou-se mestre em Ciências Sociais pela Universidade Federal da Bahia, em 1976. Formou-se Doutor em Filosofia da Educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo em 1992. É professor do Departamento de Filosofia da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanitárias da Universidade Federal da Bahia, assim como do departamento de Pós- graduação em Educação da mesma Universidade.

Luckesi se refere ao período anterior ao século XVI em que a escola era formada por um mestre e dois aprendizes ou um mestre três aprendizes e ele conseguia verificar no ato se o aprendiz havia aprendido ou não. Essas eram as oficinas de mestres e aprendizes.

A partir do século XVI começou a se pensar numa estrutura em que o mestre ensinaria vários aprendizes e com isso surgiu a dúvida: como que saberemos que eles aprenderam?

Desta forma foi trazida para a escola os modelos de seleção que havia na sociedade: seleção de profissionais, seleção de soldados para o exército. Da mesma forma que o processo era seletivo na sociedade foi importado como seletivo na escola: quem aprende permanece, quem não aprende é reprovado ou quem aprende prossegue e quem não aprende é retido.

E esse modelo seletivo perdurou do século XVI ao século XX na educação ocidental

Mudou-se a denominação, mas a prática continua sendo a mesma, de provas e exames. Tyler inventou a denominação de avaliação da aprendizagem e militou na prática educativa defendendo a ideia de que a avaliação poderia e deveria subsidiar um modo eficiente de fazer o ensino. Outros, no mundo todo, ao seu lado ou um pouco depois, militaram na mesma perspectiva. Porém, no geral, a prática escolar de acompanhamento do processo de crescimento do educando continuou sendo de provas e exames. Libâneo¹, em seu estudo sobre a prática pedagógica dos professores das escolas públicas de São Paulo, reconhece que a avaliação da aprendizagem é o âmbito da ação pedagógica em que os professores são mais resistentes à mudança. (LUCKESI, 1996, p. 170)

Segundo Luckesi, a função da avaliação é ser parceira de quem deseja produzir algum resultado, para encontrar o melhor resultado de um determinado curso de ação, em qualquer lugar: na empresa, na experiência religiosa, na política, no cotidiano, na família, em todo lugar a função da avaliação é garantir o sucesso. Não porque a avaliação produza efeitos positivos por si

mesma, mas porque ela aponta se os resultados que se encontrou não são satisfatórios ou se os resultados são plenamente satisfatórios.

A avaliação, diferentemente da verificação, envolve um ato que ultrapassa a obtenção da configuração do objeto, exigindo decisão do que fazer *ante* ou *com* ele. A verificação é uma ação que “congela” o objeto; a avaliação, por sua vez, direciona o objeto numa “trilha dinâmica de ação”.
(LUCKESI, 1996, p.93)

Luckesi expõe que o papel da avaliação é ser parceira na busca do sucesso porque sinaliza que não foi atingida ainda, a qualidade que se deseja atingir. Ele afirma que se for perguntado: A avaliação resolve isso? Responde que a avaliação não resolve nada. A avaliação só indica a qualidade do resultado. O que resolve é a gestão.

Luckesi explica que gestão é o administrador de algo para chegar a algum resultado. Quando a avaliação indicar que o produto da atividade ainda não tem o resultado que se espera, o administrador fará o que? Quer produzir o resultado que se espera ou quer aceitar que o resultado não é satisfatório e permanecer por aí? Então, a avaliação produz um indicativo e a solução decorre da gestão, da decisão e do investimento na produção do resultado que se espera.

A prática da avaliação da aprendizagem, em seu sentido pleno, só será possível na medida em que se estiver efetivamente interessado na aprendizagem do educando, ou seja, há que se estar interessado em que o educando aprenda aquilo que está sendo ensinado. Parece um contrassenso essa afirmação, na medida em que podemos pensar que, quem está trabalhando no ensino está interessado em que os educandos aprendam. Todavia, não é o que ocorre.

(...) No caso da avaliação da aprendizagem, vale lembrar o baixo investimento pedagógico. Nós, professores, assim como normalmente os alunos e seus pais, interessamo-nos pela aprovação ou reprovação dos educandos nas séries escolares: porém, estamos pouco atentos ao seu efetivo desenvolvimento. A nossa prática educativa expressa-se mais ou menos da seguinte forma: “Ensina-se, mas os alunos não aprenderam e estamos interessados em que aprendam, há que se ensinar até que aprendam; deve-se investir na construção dos resultados desejados”.

(LUCKESI, 1996, p.99)

Luckesi traz à tona a reflexão sobre o Fracasso Escolar. A tradição do século XVI aos dias atuais é a de dizer que quem tem o fracasso escolar é o estudante: por não estudar; não aprender, não ler, e se dispersar em outras experiências do cotidiano, ou então se justifica de questões sociológicas como: o indivíduo que vem de camadas desfavorecidas da população, camadas populares e de pauperizados do ponto de vista econômico-financeiro e cultural. É recorrente a justificativa que por tais motivos possuem dificuldades de aprender então produzindo um fracasso escolar. Pouco se tem pensado assim: Será que o fracasso escolar decorre somente do estudante ou decorre também da instituição?

A partir do final dos anos 1980 com o pensamento de que a instituição fracassa ou pode fracassar começou a se falar no mundo da Avaliação Institucional. Luckesi exemplifica com o Exame Nacional de Cursos já substituído pelo sistema Nacional de Avaliação do Ensino Superior que se desenvolve pela prova chamada ENADE_ Exame Nacional de Ensino Superior.

Essas avaliações de larga escala têm a função de dizer assim: não é só o estudante que fracassa, o sistema pode fracassar, então nós precisamos observar se o sistema produz o efeito que promete ou se ele fracassa. Então as avaliações de larga escala têm essa função de olhar o lado do estudante.

(LUCKESI, 2012, Transcrição de 7:05 a 7:25)

Na sala de aula parece que não teria sentido uma avaliação de larga escala, faz sentido uma avaliação de pequena escala, diferente de acompanhar um aluno individualmente. Um professor deveria realizar uma curva de aproveitamento da aprendizagem de seus estudantes e essa curva de aproveitamento revelaria os efeitos de suas aulas sobre o grupo, não sobre somente um estudante individual.

A curva é muito simples, não precisa de nenhuma sofisticação estatística. Se eu tenho 50 alunos, quantos desses tiraram nota 1, numa escala de zero a dez, por exemplo. Quantos tiraram 2, quantos tiraram 3, quantos tiraram 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10? Vamos supor que dos 50 estudantes 5 tiraram 8, 9 e 10. Quarenta e cinco tiraram 5, 4.5, 4, 3.5, 3, 2.5, 2, etc. etc. O quê que isso está revelando? Que esse professor, pode ser eu como professor, estou ensinando cinco pessoas e quarenta e cinco, não.

Então uma pequena curva estatística pode demonstrar a fragilidade do meu trabalho, o fracasso do meu trabalho.

(LUCKESI, 2012, Transcrição de 8:07- 8:55)

Luckesi legitima a ponderação de que esse fracasso tem também o estudante, as condições etc. Mas afirma a importância da curva da aprendizagem para a compreensão do que acontece com o sistema, ou seja, a avaliação não pode ser só da aprendizagem do estudante, mas precisa ser do sistema, e dentro do sistema: a sala de aula.

O autor provoca a reflexão sobre quem fracassa. E lança a possibilidade de que quem fracassa é quem ensina. E se for o sistema que está fracassando ou o estudante individual que está fracassando, quais são as soluções do gestor para encontrar uma solução satisfatória no sentido de buscar um resultado positivo?

Luckesi diz que é importante pensar que o ato de avaliar é um ato de investigar, é um ato de produzir conhecimento., a avaliação pretende desvendar qual é a qualidade da realidade. Na medida que o professor produz esse conhecimento da qualidade, a tecnologia produz soluções a partir do conhecimento, ou seja, a intervenção. Se o resultado que o professor obtém da sua

ação ainda é insatisfatório a pergunta que ele deve fazer é: O que eu devo fazer para o resultado vir a ser satisfatório?

Luckesi descreve a forma de praticar a avaliação. Defende a necessidade de ser praticada com o rigor da metodologia científica para que não seja simplesmente expressões de juízos subjetivos e emocionais.

E no caso de coleta de dados sobre aprendizagem dos estudantes é preciso que o instrumento tenha sistematicidade, ou seja, que ele cubra tudo o que foi ensinado para o estudante e que é essencial, não pode ser um ponto e ter outro ponto, não podem ser perguntas aleatórias, mas precisam ser perguntas mapeadas, conscientes e logicamente, senão nós vamos entrar naquela coisa assim: ahhh... ele errou tudo! Mas errou tudo o que?

É preciso sistematicidade para poder dizer: ele não aprendeu isso, não aprendeu isto, não aprendeu aquilo. Para isso eu preciso ter um mapa do que eu quero saber. E esse mapa vai guiar a construção do instrumento, vai guiar a correção do instrumento, vai guiar a leitura dos resultados.

Então eu tenho um mapa, um descritivo da aprendizagem do estudante. Isso é preciso levar em consideração num teste, numa redação, numa monografia, nos múltiplos instrumentos que a gente usa.

A segunda coisa é que esses instrumentos precisam ser vazados numa linguagem compreensível pelo estudante.

Terceira característica que esses instrumentos tenham uma compatibilidade de conteúdo com o que foi ensinado: portanto informações, habilidades e competências. Que tenham o mesmo nível de dificuldade, o mesmo nível de complexidade, a mesma metodologia com o que foi ensinado. Senão, eu ensinei uma coisa e peço outra. Essa distorção entre eu ensinar uma coisa e pedir outra significa que eu não estou descrevendo bem o desempenho do estudante.

E a última coisa é que precisa ter alguma precisão. As perguntas precisam ter alguma precisão. Isso significa que o estudante tem que entender como eu entendo a pergunta. Ou eu tenho que entender como que o estudante entende a pergunta. Ela não pode ser genérica.

Pois é, o outro passo é assim: Depois que eu descrevo, isso que eu descrevi já é satisfatório? Pra eu saber se alguma coisa é satisfatória o único caminho disponível epistemologicamente é a comparação: é comparar o descrito com um padrão ou um critério. Tem um critério que permite eu observar se a realidade é qualitativamente positiva ou negativa. Esse critério no caso da aprendizagem, nós estabelecemos no dia em que nós planejamos o ensino. Eu vou ensinar alguma coisa, espero que qualidade? Qual é o padrão de qualidade, qual é o padrão de expectativa?

(LUCKESI, 2012, Transcrição de 12:13 a 15:06)

Luckesi completa a fala sobre a aplicação da avaliação concluindo que a coleta de dados através do instrumento revela o desempenho do estudante, então se compara esse desempenho revelado pelo instrumento com o padrão de qualidade. Se for satisfatório, ótimo. Se não for satisfatório, segue o terceiro passo da avaliação que é a intervenção.

Em síntese, o que se observa, seja nas publicações, no ensino, ou na prática, é que o planejamento tem sido visto como uma técnica neutra de prever a administração dos recursos disponíveis da forma mais eficiente possível. Seja no nível teórico, ou prático, não se tem observado uma preocupação com as finalidades político-sociais

do planejamento. Questionam-se os meios, não os fins. Contudo, ambos precisam ser questionados.
(LUCKESI, 1996, p.110).

Disso podemos tirar duas consequências do ato de avaliar. Uma do ponto de vista pedagógico e outra do ponto de vista político.

Do ponto de vista pedagógico, Luckesi afirma que a avaliação como subsidiária do sucesso garante pedagogicamente que possamos chegar ao resultado desejado. Não chegou ainda, nós vamos investir para que se possa chegar ao resultado desejado. Pedagogicamente ainda, a avaliação é inclusiva. Enquanto os exames escolares excluem, reprovam ou retêm; a avaliação diz que ainda precisa trabalhar mais para que essa criança, esse adolescente, ou que esse adulto aprenda o necessário, significa que ela convida à produção do resultado pedagógico porque nós estamos trabalhando pedagogicamente.

Politicamente, Luckesi diz que a avaliação é um recurso que sugere, que propicia à educadores que assim desejarem, a estarem investindo na equalização social. Não é que a educação equalize a sociedade. Mas ela junto com outras instâncias sociais, ela equaliza e democratiza a sociedade. Mas para democratizar a sociedade, é preciso que todos aprendam tudo o que for necessário de ser aprendido. Então se eu planejo aquilo que é necessário de ser ensinado e aprendido, mas não foi aprendido, não serviu para nada. Mas se eu planejo aquilo que é necessário ser aprendido e eu verdadeiramente invisto para que todos aprendam o necessário, eu democratizo, não só o conhecimento, não só a cultura, mas eu ofereço aos educandos, recursos de democratização da vida social. A prática da avaliação da aprendizagem não só tem uma eficiência do ponto de vista da execução do projeto pedagógico, mas ela tem uma consequência política revolucionária fundamental que é subsidiar a busca do melhor resultado para todos. Portanto ela tem a ver com a democratização não só do ensino, mas a democratização da sociedade. Por isso vale a pena investir nela.

2.3 JUSSARA HOFFMANN

Jussara Maria Lerch Hoffmann nasceu em 6 de fevereiro de 1951, em Bagé, no Rio Grande do Sul. Em 1969 concluiu o Curso Normal no Colégio Nossa Senhora do Bom Conselho, e lecionou por cinco anos nas séries iniciais. Em 1974 concluiu a formação universitária em Língua e Literaturas de Língua Portuguesa na Universidade Federal do Rio Grande do Sul,

lecionando essa disciplina e exercendo, paralelamente, atividades de supervisão em escolas públicas e privadas e trabalhou em órgãos oficiais de educação. Em 1981 obteve o título de Mestre em Avaliação Educacional e desde então tem artigos publicados na área, realiza cursos e participa de eventos educacionais relacionados à Avaliação. Publicou livros sobre avaliação e educação infantil. Tornou-se editora de livros. Idealizou e fundou em novembro de 1996, a Editora Mediação Distribuidora e Livraria Ltda reunindo sua paixão pela leitura e pela educação.

Jussara Hoffmann afirma que o significado da avaliação na escola é diferente da prova ENEM e PISA em que o avaliador não tem contato com o aluno. Não teve antes e não terá depois. O objetivo destas provas é meramente classificatório. Não se deseja trabalhar com a melhora desse estudante.

A autora cita as visões de teóricos americanos das décadas de 50 a 80.

Para Half Tyler (anos 50): avaliar é verificar se os objetivos pretendidos pelo professor foram ou não atingidos ao final de um período.

Michael Scriven (anos 70): questiona Tyler. Introduce o julgamento do valor dos resultados alcançados; o valor desses objetivos. Inseriu os termos: “Avaliação Formativa” e “Avaliação Somativa”.

Daniel Stantelben (anos 70/80): critica Tyler e Scriven. Para Stantelben, a avaliação segue um processo sistemático à semelhança de uma fábrica: deveria avaliar as condições de ingresso do aluno na escola; depois acompanhar ao longo do processo como isso acontece e no final, avaliar o produto. É de Stantelben, as influências que temos: “feedback”, “pré-teste” e “pós-teste”.

Benjamin Brum (anos 80): introduz os termos “Avaliação Diagnóstica”, “Avaliação Formativa” e “Avaliação Somativa”

A autora afirma que esses teóricos que influenciaram a educação são “teóricos comportamentalistas”, ou seja, focam na prática educativa instrucionista e conteudista. O avaliador é neutro, não participa e não faz parte do processo.

A autora indica para leitura, o livro de Ana Maria Saul: “Avaliação emancipatória” e seu próprio livro “Avaliação mito e desafio. Uma perspectiva construcionista” (1991).

Há muito da autora a ser destacado. Para termos desse estudo também apresentaremos reflexões e citações dos livros “Avaliar: respeitar primeiro educar depois” e “Avaliação mito e realidade”.

Começaremos incentivando a reflexão sobre a responsabilidade da escola em acompanhar a efetiva aprendizagem dos estudantes. Para tal, segue o relato de uma Supervisora de Escola Estadual. Nele, a mãe de um aluno de 6ª série do 1º grau recebeu ao final do ano letivo, a notícia de que seu filho seria reprovado em Matemática por apresentar sérias dificuldades, algumas dessas dificuldades referentes às séries anteriores e que a professora sugeriu que fossem providenciadas aulas particulares. A mãe surpresa e humilde disse: “Só não entendo, professora, como ele pode apresentar tantas dificuldades e de séries anteriores, só agora! Meu filho está neste colégio desde a pré-escola!”. (Jussara Hoffmann, 1994, p. 74)

A autora Jussara Hoffmann aponta sobre o julgamento que os estudantes recebem por suas tarefas realizadas, como resultado permanente, engessado e atributo próprio do estudante. Expõe a importância de usar as tarefas como instrumento para entender como o aluno está, em termos de conhecimentos e habilidades, para realizar ações educativas que proporcionem ferramentas para que o estudante realize o avanço de um nível a outro. Dessa forma, aponta como ineficaz o hábito da realização de atividades avaliativas, sem a realização de intervenções entre elas com o objetivo de promover o avanço do aluno.

Para analisarmos a perspectiva da avaliação como uma ação mediadora, de fato, é preciso partir da negação da prática atual quanto ao seu caráter de terminalidade, de obstrução, de constatação de erros e acertos.
(HOFFMANN, 1994, p. 69)

Essa discussão avança falando sobre a atribuição de notas para os alunos. Jussara Hoffmann argumenta que essa prática pouco ou nada informa sobre a aprendizagem do estudante, visto que os critérios utilizados pelos professores para a atribuição das notas não ficam claros aos pais e estudantes. Portanto, as notas prejudicam o acompanhamento da aprendizagem dos alunos.

A crítica ao sistema de notas é decorrente da arbitrariedade e da superficialidade dessas representações. Supomos que as notas representem com precisão e objetividade uma contagem de erros e acertos em tarefas, mas, na maioria das vezes, são “inventadas” a partir de uma série de juízos de valor dos professores sobre as respostas dos alunos. O problema é que tais juízos não ficam claros para os estudantes ao serem representados em notas das tarefas ou no bimestre/ trimestre/ ano letivo. E tal fato impede que eles saibam por onde devem ou podem prosseguir em seus estudos. Assim como os professores não sabem mais quem sabe o que em sala de aula. Em 90 casos acompanhados por professores de alunos em escolas públicas e particulares, foi possível observar que as notas prejudicam fortemente o acompanhamento dos alunos. Muitas vezes, os professores que estudavam esses casos não obtinham mais do que suas notas ou conceitos (que dizem quase nada), sem nenhuma outra explicação dos professores, e acabaram por concluir que “se sabe que o aluno não sabe, mas não se sabe o que ele não sabe e nem porque ele não sabe”, mesmo de alunos reprovados mais de uma vez na mesma série ou escola.
(HOFFMANN, 2010, p. 168- 169)

Jussara Hoffmann explica que muitos instrumentos de avaliação não permitem que o estudante expresse seus pensamentos, o entendimento sobre os assuntos abordados, sobre a vida e seus sentimentos. Que muitas vezes não é verificado qual a lógica utilizada nas respostas incorretas dos alunos, para se identificar o que o estudante sabe e o que ainda não sabe.

As tarefas avaliativas que melhor favorecem a expressão individual são as constituídas a partir de questões dissertativas. Em geral, perguntas mais breves, tais como: “o que você diria acerca de...”, “como se poderia analisar o que aconteceu em...”, “o que você sabe a respeito de...”, “você concorda com..., por quê?” sugerem e favorecem respostas mais longas, e a livre expressão do pensamento do aluno. A análise dessas respostas, por outro lado, exige uma seriedade e compromisso do professor, porque pressupõe uma análise qualitativa (coerência, adequação de vocabulário, riqueza de argumentos etc.). Considero esta análise qualitativa de tarefas avaliativas o “pulo do gato” em termos de avaliação mediadora.

(HOFFMANN, 2010, p. 162-163)

Seguimos com uma breve releitura do livro (2001) “Avaliar para promover, as retas do caminho”. O objetivo desse livro é mostrar que se avalia o aluno para promovê-lo em termos morais e intelectuais. Não cabe na avaliação realizar a promoção automática. Há princípios essenciais para a avaliação mediadora:

1. Avaliamos quando intervimos. Faz parte desse processo: ver, julgar e agir. É a ação do professor frente àquilo que observa dos alunos. O professor avalia a partir do que é, sabe e sente.
2. Tempo. Quem acompanha quem? O aluno acompanha o professor ou o professor acompanha o aluno? A autora aponta que o professor deve acompanhar o aluno. Cada aluno tem o seu tempo.
3. Cabe ao professor mediar essa aprendizagem processual com testes e tarefas frequentes, gradativas, sequenciais. Fazer várias atividades para que se possa perceber o aluno em suas múltiplas dimensões de aprendizagem, para percebê-lo em seu modo de ser, conviver e fazer.

Os teóricos que chamam a atenção de Jussara Hoffman, são:

Willian James Pophan que anuncia que é importante a influência do avaliador no processo avaliativo. Afirmar: “Cabe ao pesquisador descobrir o mundo, mas cabe ao avaliador torná-lo melhor”.

Licromba (anos 80) Toda avaliação é um ato político mesmo que não o pretenda ser.

Em paralelo com Piaget, Vygotsky e Paulo Freire temos os estudos de Edgar Morin sobre as múltiplas dimensões da aprendizagem: Aprender; Aprender a aprender; Aprender a ser; Aprender a fazer; Aprender a conviver.

Nos aponta para uma questão: Como avaliar um fenômeno tão complexo seguindo uma prática que era prioritariamente a partir de testes escritos, tarefas pontuais, de uma visão terminal do professor?

Princípios que norteiam a teoria de Jussara Hoffman:

- Avaliar não é fazer provas, não é testar e medir ao final de um período; sim avaliar para promover melhores oportunidades de aprendizagem aos alunos (está a concepção de Popham); que o avaliador participa da ação (concepção de Licromba)
- (Por Piaget, Vygotsky e Freire) Todos os alunos aprendem, mas aprendem melhor com instrumento pedagógico adequado e conhecendo melhor seus diferentes jeitos de ser, fazer, conviver (Morin)
- Avaliação Mediadora: o papel do professor é essencial e é subjetivo. A avaliação ocorre pelo olhar do avaliador.

Estão estabelecidas então diferenças entre os processos avaliativos classificatórios e os processos avaliativos mediadores.

Por que a denominação Avaliação Mediadora?

Para Freire: diálogo; Piaget: desafio, problematização; Vygotsky: é o apoio adequado para o aluno desenvolver as suas potencialidades.

Qual o papel do professor na Avaliação Mediadora?

Compreender, conhecer, intervir pedagogicamente; mediar a melhoria da aprendizagem; Mediar é diálogo; Mediar é desequilíbrio, é desafio. Estamos muito mais avaliando quando fazemos perguntas do que quando analisamos as respostas. É acompanhar o processo de construção do conhecimento (não de forma a fazer registros de algo que vemos de fora de forma neutra, mas acompanhar com a intenção explícita, consciente de intervir para a melhoria).

2.4 MODELO DE APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA DO CASAL VAN HIELE

Segundo o casal Van Hiele, o aprendizado em geometria segue níveis de raciocínio ou níveis de desenvolvimento mental em geometria.

Nível 1: Visualização ou reconhecimento.

- Percepção global das figuras. Num conjunto de figuras cada figura é observada isoladamente de outras figuras de mesma classe.
- Percepção individual: associa o objeto à figura.
- Descrições das figuras mediante comparação de objetos com formas geométricas, utilizando vocabulário básico; sem uso das propriedades; descrições pelos aspectos físicos e posição no espaço.

Nível 2: Análise

- Início da percepção dos conceitos geométricos e análise das características das figuras.
- Identifica as partes das figuras, as propriedades geométricas e percebem as consequências das propriedades.
- Utiliza propriedades para resolver problemas.
- Demonstra por meio de exemplos; utiliza muita observação e experimentação.

Nível 3: Dedução informal ou classificação

- Consegue fazer inter-relações entre as propriedades de uma figura e compará-las com outra figura. Ex: Um quadrado é um retângulo.
- Realizam classificações inclusivas.
- Define em conceitos e tipos de figuras.
- Possuem raciocínio dedutivo informal.
- Entendem uma demonstração, embora ainda não realizem uma demonstração formal completa.

Nível 4: Dedução formal

- Distinguem postulados teoremas e definições.
- Elaboram demonstrações formais sem decorá-las.
- Têm visão global das demonstrações.
- Percebem que podem chegar ao mesmo resultado mediante diferentes formas de demonstração.
- São capazes de formular enunciados de problemas.
- Utilizam linguagem precisa.

Nível 5: Rigor

- Alunos aptos a estudar sistemas axiomáticos distintos da usual geometria euclidiana.
- São capazes de fazer comparações entre diferentes sistemas axiomáticos.

O casal Van Hiele indica que a transição na progressão de um nível a outro passa por cinco fases.

Fase 1 - Interrogação ou informação: O professor verifica quais são as habilidades prévias diante do objeto estudado mediante conversa sobre o tema.

Fase 2- Orientação dirigida: O professor coloca os alunos em situações para explorar o assunto através de materiais ordenados cuidadosamente numa sequência de grau de dificuldade crescente. Neste momento, cada atividade deve estar voltada para que os alunos deem respostas específicas de forma que possam perceber por si mesmos, as propriedades, conceitos e definições que o professor quer atingir.

Fase 3- Explicitação: De acordo com a experiência vivida nas fases anteriores, os alunos expõem as experiências ao professor de maneira oral ou escrita. O professor direciona esse diálogo de forma a corrigir a linguagem do aluno quando é necessário, aprimorando a linguagem específica do nível em que se encontra o grupo de alunos. É o momento de diálogo entre professor e alunos no intuito de chegarem a um comum acordo com relação ao tema estudado. Nesta fase não se introduzem conceitos novos, mas somente a troca de experiências.

Fase 4- Orientação livre: O professor passa tarefas aos alunos de maneira que eles tenham que utilizar os conteúdos anteriormente conhecidos. E, os problemas dados aos alunos tem que ter grau de dificuldade maior que os dados na fase 2, de maneira que os alunos possam ter mais de uma maneira de resolução. Os problemas dessa fase não devem ser só uma aplicação dos exercícios anteriores, mas devem sim, ter grau de complexidade maior, fazendo com que os alunos utilizem o conhecimento anterior. Nesta fase, o professor deve interferir o mínimo possível, deixando aos alunos a tarefa de formalizar o conceito. Para Van Hiele, só sabemos se houve compreensão quando ao aluno é colocada uma nova situação e este consegue resolver o novo problema.

Fase 5 – Integração: Os alunos fazem uma análise e resumem o que aprenderam. O professor auxilia nesse resumo para fixar a compreensão. Neste momento, não devem aparecer novos conhecimentos, por ser o momento de se ter uma visão geral do conteúdo estudado

anteriormente. Esta é uma fase muito importante pois em alguns casos os alunos não se recordam do conteúdo que estudaram em semanas anteriores.

O casal Van Hiele aponta que o progresso ao longo dos níveis depende mais da instrução recebida do que da idade ou maturidade dos estudantes.

2.5 TENDÊNCIAS PEDAGÓGICAS NA PRÁTICA ESCOLAR POR JOSÉ CARLOS LIBÂNEO

José Carlos Libâneo pesquisa e expõe as tendências pedagógicas que ocorrem na escola e as classifica em: Pedagogia Liberal e Pedagogia Progressista, que se subdividem em:

Pedagogia Liberal

- Tradicional
- Renovada progressista
- Renovada não-diretiva
- Tecnicista

Pedagogia Progressista

- Libertadora
- Libertária
- Crítico Social dos Conteúdos

Seguem os resumos das visões de cada tendência, segundo Libâneo, nos âmbitos: Papel da escola; Conteúdos; Métodos; Relacionamento Professor-aluno; Pressupostos de Aprendizagem e Manifestações na Prática Escolar.

Pedagogia Liberal

Tradicional

O papel da escola é a preparação intelectual e moral dos alunos para assumir sua posição na sociedade. O compromisso da escola é com a cultura, os problemas sociais pertencem à sociedade. O caminho cultural para o saber é único e quem não acompanha deve procurar o ensino mais profissionalizante.

As matérias de estudo são os conhecimentos e valores sociais acumulados pelas gerações adultas e visam preparar o aluno para a vida. São determinadas pela sociedade e ordenadas na legislação. Os conteúdos são separados da experiência do aluno e das realidades sociais, valendo pelo valor intelectual.

Sobre os métodos de ensino, baseiam-se na exposição verbal da matéria e/ou demonstração. Tanto a exposição quanto a análise são feitas pelo professor, observados os seguintes passos: a) preparação do aluno (definição do trabalho, recordação da matéria anterior, despertar interesse); b) apresentação (realce de pontos-chave, demonstração); c) associação (combinação do conhecimento novo com o já conhecido por comparação e abstração); d) generalização (dos aspectos particulares chega-se ao conceito geral, é a exposição sistematizada); e) aplicação (explicação de fatos adicionais e/ou resoluções de exercícios). A ênfase nos exercícios, na repetição de conceitos ou fórmulas na memorização visa disciplinar a mente e formar hábitos.

No relacionamento professor-aluno são predominantes a autoridade do professor e a atitude receptiva dos alunos. Impõe-se a disciplina para garantir a atenção e o silêncio.

Como pressuposto de aprendizagem acredita-se que a capacidade de assimilação da criança é semelhante ao adulto, apenas menos desenvolvida e o conhecimento deve ser repassado para a criança mediante uma progressão lógica. A memorização do material ensinado ocorre com a repetição de exercícios sistemáticos e recapitulação da matéria.

Como manifestação na prática escolar, observa-se que as escolas adotam uma orientação clássico- humanista ou uma orientação humano-científica.

Renovada Progressista

A finalidade da escola é adequar as necessidades individuais ao meio social. Todo ser dispõe dentro de si mesmo, de mecanismos de adaptação progressiva ao meio e de uma conseqüente integração dessas formas de adaptação no comportamento. À escola, cabe suprir as experiências que permitam ao aluno educar-se, num processo ativo de construção e reconstrução do objeto, numa interação entre estruturas cognitivas do indivíduo e estruturas do ambiente.

Os conteúdos de ensino são estabelecidos em função de experiências que o sujeito vivencia frente a desafios cognitivos e situações problemáticas. É mais importante, o processo de aquisição do saber do que o saber propriamente dito.

Sobre os métodos de ensino, a ideia de "aprender fazendo" está sempre presente. Valorizam-se as tentativas experimentais, a pesquisa, a descoberta, o estudo do meio natural e social, o método de solução de problemas. Acentua-se a importância do trabalho em grupo, não apenas como técnica, mas como condição básica do desenvolvimento mental. Os passos básicos do método ativo são: a) colocar o aluno numa situação de experiência que tenha um interesse por si mesma; b) o problema deve ser desafiante, como estímulo à reflexão; c) o aluno deve dispor de informações e instruções que lhe permitam pesquisar a descoberta de soluções; d) soluções provisórias devem ser incentivadas e ordenadas, com a ajuda discreta do professor; e) deve-se garantir a oportunidade de colocar as soluções à prova, a fim de determinar sua utilidade para a vida.

No relacionamento professor-aluno, o professor é auxiliar no desenvolvimento livre e espontâneo do estudante, intervindo para dar forma ao raciocínio desse. A disciplina é formada pela consciência dos limites para a convivência em grupo. Assim, o aluno disciplinado é solidário, participante e respeitador das regras do grupo.

Como pressupostos de aprendizagem, acredita-se na autoaprendizagem e para isso, a motivação depende da força de estimulação do problema, das disposições internas e interesses do aluno. O aluno retém o que descobriu pessoalmente e utiliza a estrutura cognitiva formada em novas situações. O professor reconhece pronta e explicitamente na avaliação, os esforços e êxitos dos alunos.

Alguns métodos adotados são: Método Montessori; o método dos centros de interesse de Decroly; o método de projetos de Dewey; ensino baseado na psicologia genética de Piaget. Perecem à tendência progressista as "escolas experimentais", "escolas comunitárias" e "escola secundária moderna".

Renovada não-diretiva

O papel da escola é a formação de atitudes, razão pela qual deve estar mais preocupada com problemas psicológicos do que com os pedagógicos ou sociais. Todo esforço está em estabelecer um clima favorável a uma mudança dentro do indivíduo. O propósito é favorecer à pessoa, um clima de autodesenvolvimento e realização pessoal, o que implica estar bem consigo próprio e com seus semelhantes.

É secundária a transmissão dos conteúdos, havendo ênfase nos processos de desenvolvimento das relações e da comunicação. Os processos de ensino visam mais facilitar aos estudantes, os meios por buscarem por si mesmos os conhecimentos que, no entanto, são dispensáveis.

Os métodos usuais são dispensados, prevalecendo quase que exclusivamente o esforço do professor em desenvolver um estilo próprio para facilitar a aprendizagem dos alunos. Rogers explicita algumas características do professor "facilitador": aceitação da pessoa do aluno, capacidade de ser confiável, receptivo e ter plena convicção na capacidade de autodesenvolvimento do estudante. Sua função restringe-se a ajudar o aluno a se organizar, utilizando técnicas de sensibilização onde os sentimentos de cada um possam ser expostos, sem ameaças. Assim, o objetivo do trabalho escolar se esgota nos processos de melhor relacionamento interpessoal, como condição para o crescimento pessoal.

Sobre a relação professor-aluno, a educação é centrada no aluno. O professor é um especialista em relações humanas, a melhor forma de respeito e aceitação plena do aluno é "ausentar-se". Toda intervenção é ameaçadora e inibidora da aprendizagem.

Como pressupostos de aprendizagem, a motivação é a autorrealização. Se aprende o que está relacionado significativamente com as percepções do estudante. É retido o que tem relevância para o "eu" de forma que se privilegia a autoavaliação.

A Pedagogia Liberal Renovada não-diretiva é inspirada por C. Rogers que influencia educadores, professores, orientadores educacionais e psicólogos escolares. Há também tendências inspiradas na escola de Summerhill do educador inglês A. Neil.

Tecnicista

À educação escolar compete organizar o processo de aquisição de habilidades, atitudes e conhecimentos específicos, úteis e necessários para que os indivíduos se integrem na máquina do sistema social global. A atividade da "descoberta" é restrita aos especialistas; a "aplicação" é competência do processo educacional comum. Seu interesse imediato é o de produzir indivíduos "competentes" para o mercado de trabalho, transmitindo, eficientemente, informações precisas, objetivas e rápidas.

Seus conteúdos são as informações, princípios científicos, leis etc., estabelecidos e ordenados numa sequência lógica e psicológica por especialistas. É matéria de ensino, apenas o que é redutível ao conhecimento observável e mensurável. Os conteúdos decorrem da ciência

objetiva, eliminando-se qualquer sinal de subjetividade. O material instrucional encontra-se sistematizado nos manuais, nos livros didáticos, nos módulos de ensino, nos dispositivos audiovisuais etc.

Os métodos consistem nos procedimentos e técnicas necessárias ao arranjo e controle das condições ambientais que assegurem a transmissão/recepção de informações. O essencial da tecnologia educacional é a programação por passos sequenciais empregada na instrução programada, nas técnicas de microensino, multimeios, módulos etc. O emprego da tecnologia instrucional na escola pública aparece nas formas de: planejamento em moldes sistêmicos, concepção de aprendizagem como mudança de comportamento, operacionalização de objetivos, uso de procedimentos científicos (instrução programada, audiovisuais etc. inclusive a programação de livros didáticos).

Os relacionamentos professor-aluno são relações estruturadas e objetivas, com papéis definidos: o professor administra as condições para atingir os resultados da aprendizagem; o aluno recebe, aprende e fixa as informações. A comunicação professor-aluno tem sentido unicamente técnico para garantir o sucesso na transmissão do conhecimento.

O pressuposto da aprendizagem é um processo de condicionamento através do uso de reforçamento das respostas que se quer obter.

Foi introduzida no final dos anos 60 para adequar o tema educacional à orientação político econômica do regime militar: inserir a escola nos modelos de racionalização do sistema de produção capitalista. As leis 5.540/68 e 5.692/71 são marcos da implantação do modelo tecnicista, reorganizam o ensino superior e 1º e 2º graus.

Pedagogia Progressista

Libertadora

O papel da escola tem como marca, a atuação não-formal. É uma atividade em que professores e alunos, mediatizados pela realidade que apreendem e da qual extraem o conteúdo de aprendizagem, atingem um nível de consciência dessa mesma realidade, a fim de nela atuarem, num sentido de transformação social. A educação libertadora questiona concretamente a realidade das relações do homem com a natureza e com os outros homens, visando a uma transformação - daí ser uma educação crítica.

Os conteúdos denominados "temas geradores", são extraídos da problematização da prática de vida dos educandos. O importante não é a transmissão de conteúdos específicos, mas despertar uma nova forma da relação com a experiência vivida. A transmissão de conteúdos estruturados a partir de fora é considerado como "invasão cultural" ou "depósito de informação", porque não emerge do saber popular. Se forem necessários textos de leitura; estes deverão ser redigidos pelos próprios educandos com a orientação do educador.

A forma de trabalho educativo é o "grupo de discussão", a quem cabe autogerir a aprendizagem, definindo o conteúdo e a dinâmica das atividades. O professor é um animador que, por princípio, deve "descer" ao nível dos alunos, adaptando-se às suas características e ao desenvolvimento próprio de cada grupo. Deve caminhar "junto", intervir o mínimo indispensável, embora não se furte, quando necessário, a fornecer uma informação mais sistematizada.

O relacionamento professor-aluno é uma relação horizontal no diálogo entre educador e educandos, que são sujeitos no ato do conhecimento. Há o bom relacionamento. O professor permanece brando e vigilante para o trabalho de conscientização, de aproximação de consciências. Assegura ao grupo um espaço humano para "dizer sua palavra", para se exprimir sem se neutralizar.

Como pressuposto da aprendizagem, a força motivadora da aprendizagem é a análise de uma situação problema. Aprender é se aproximar criticamente da situação real vivida pelo educando pelo processo de compreensão, reflexão e crítica.

Tem como divulgador Paulo Freire, que tem formulações teóricas restringidas à educação de adultos e educação popular, porém muitos professores vêm tentando colocá-las em prática em todos os graus de ensino formal.

Libertária

A pedagogia libertária espera que a escola exerça uma transformação na personalidade dos alunos num sentido libertário e auto gestor. A ideia básica é introduzir modificações institucionais, a partir dos níveis subalternos que, em seguida, vão "contaminando" todo o sistema. A escola instituirá, com base na participação grupal, mecanismos institucionais de mudança (assembleias, conselhos, eleições, reuniões, associações etc.), de tal forma que o aluno, uma vez atuando nas instituições "externas", leve para lá tudo o que aprendeu. Outra forma de atuação da pedagogia libertária, correlata à primeira, é - aproveitando a margem de

liberdade do sistema - criar grupos de pessoas com princípios educativos auto gerenciáveis (associações, grupos informais, escolas auto gerenciáveis).

As matérias são colocadas à disposição do aluno, mas não são exigidas. São um instrumento a mais, porque importante é o conhecimento que resulta das experiências vividas pelo grupo, especialmente a vivência de mecanismos de participação crítica. "Conhecimento" aqui é a descoberta de respostas às necessidades e às exigências da vida social.

Sobre os métodos de ensino, assegura que é na vivência grupal, na forma de autogestão, que os alunos buscarão encontrar as bases mais satisfatórias de sua própria "instituição", graças à sua própria iniciativa e sem qualquer forma de poder. Trata-se de "colocar nas mãos dos alunos tudo o que for possível: o conjunto da vida, as atividades e a organização do trabalho no interior da escola (menos a elaboração dos programas e a decisão dos exames que não dependem nem dos docentes, nem dos alunos)". Os alunos têm liberdade de trabalhar ou não, ficando o interesse pedagógico na dependência de suas necessidades ou das do grupo.

Há liberdade na relação professor-aluno no sentido de que o professor se põe a serviço do aluno, o orienta e reflete em conjunto. Tanto o aluno pode se recusar a participar de uma tarefa quanto o professor de responder a uma pergunta. Mas se um aluno resolve não participar, indica que não se sente integrado, mas o grupo tem responsabilidade sobre este fato e vai se colocar a questão. Quando o professor se cala diante de uma pergunta, seu silêncio é para ajudar o grupo a assumir a resposta ou situação criada.

Como pressuposto da aprendizagem, a motivação é o interesse em crescer convivendo num grupo, supondo que o grupo possibilita a cada um dos membros a satisfação de suas aspirações e necessidades.

A Pedagogia Libertária abrange a maioria das tendências antiautoritárias em educação, entre elas, a anarquista, a psicanalista, a dos sociólogos e dos professores progressistas. É significativo o trabalho de C. Freinet.

Crítico-social dos Conteúdos

A atuação da escola consiste na preparação do aluno para o mundo adulto e suas contradições, fornecendo-lhe um instrumental, por meio da aquisição de conteúdos e da socialização, para uma participação organizada e ativa na democratização da sociedade.

Os conteúdos abordados são os conteúdos culturais universais que se constituíram em domínios do conhecimento relativamente autônomos, incorporados pela humanidade, mas permanentemente reavaliados face às realidades sociais. Não basta que os conteúdos sejam ensinados, ainda que bem ensinados; é preciso que se liguem, de forma indissociável, à sua significação humana e social.

O método relaciona a prática vivida pelos alunos com os conteúdos propostos pelo professor, momento em que se dará a "ruptura" em relação à experiência pouco elaborada. Tal ruptura apenas é possível com a introdução explícita pelo professor dos elementos novos de análise a serem aplicados criticamente à prática do aluno. Em outras palavras, uma aula começa pela constatação da prática real, havendo, em seguida, a consciência dessa prática no sentido de referi-la aos termos do conteúdo proposto, na forma de um confronto entre a experiência e a explicação do professor. Vale dizer: vai-se da ação à compreensão e da compreensão à ação, até a síntese, o que não é outra coisa senão a unidade entre a teoria e a prática.

Sobre o relacionamento professor-aluno deve-se providenciar as condições ideais para que professor e alunos colaborem para que ocorra interação natural, social e cultural para que se obtenha como resultado, o conhecimento.

O pressuposto da aprendizagem é que o aluno se reconhece nos conteúdos e modelos sociais apresentados pelo professor e amplia sua própria experiência por esforço próprio. O conhecimento novo se apoia numa estrutura cognitiva já existente ou provida pelo professor. O grau de envolvimento na aprendizagem depende tanto da prontidão e disposição do aluno, quanto do professor e do contexto da sala de aula. Resulta que o trabalho escolar precisa ser avaliado como uma comprovação para o aluno do seu progresso em direção a noções mais sistematizadas.

A experiência pioneira foi do educador e escritor russo Makarenko. Também há os autores B. Charlot, Suchodolski, Manacorda, G Skyders e o brasileiro Demerval Saviani. Os professores de escolas da rede escolar pública são representantes de uma pedagogia de conteúdos articulada com a adoção de métodos que garantam a participação do aluno, que muitas vezes inconscientemente, avançam na democratização efetiva do ensino para as camadas populares.

2.6 SELEÇÃO DE COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE MATEMÁTICA NA BNCC PARA ANÁLISE

A BNCC a Base Nacional Comum Curricular, tem o objetivo de orientar o currículo comum a ser estabelecido nas instituições de ensino localizadas em território brasileiro.

A BNCC indica que as decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências. Por meio da indicação clara do que os alunos devem “saber” (considerando a constituição de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) e, sobretudo, do que devem “saber fazer” (considerando a mobilização desses conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho), a explicitação das competências oferece referências para o fortalecimento de ações que assegurem as aprendizagens essenciais definidas na BNCC. (BRASIL, p. 13, 2008)

Mediante pesquisa pelo vocábulo “cartesiano” no documento disponível on-line em formato PDF foram encontradas as seguintes citações:

No Ensino Fundamental – Anos Finais, os estudos de Álgebra retomam, aprofundam e ampliam o que foi trabalhado no Ensino Fundamental – Anos Iniciais. Nessa fase, os alunos devem compreender os diferentes significados das variáveis numéricas em uma expressão, estabelecer uma generalização de uma propriedade, investigar a regularidade de uma sequência numérica, indicar um valor desconhecido em uma sentença algébrica e estabelecer a variação entre duas grandezas. É necessário, portanto, que os alunos estabeleçam conexões entre variável e função e entre incógnita e equação. As técnicas de resolução de equações e inequações, inclusive no **plano cartesiano**, devem ser desenvolvidas como uma maneira de representar e resolver determinados tipos de problema, e não como objetos de estudo em si mesmos. (BRASIL, p. 270, 2008)

No Ensino Fundamental – Anos Iniciais, espera-se que os alunos identifiquem e estabeleçam pontos de referência para a localização e o deslocamento de objetos, construam representações de espaços conhecidos e estimem distâncias, usando, como suporte, mapas (em papel, tablets ou smartphones), croquis e outras representações. Em relação às formas, espera-se que os alunos indiquem características das formas geométricas tridimensionais e bidimensionais, associem figuras espaciais a suas planificações e vice-versa. Espera-se, também, que nomeiem e comparem polígonos, por meio de propriedades relativas aos lados, vértices e ângulos. O estudo das simetrias deve ser iniciado por meio da manipulação de representações de figuras geométricas planas em quadriculados ou no **plano cartesiano**, e com recurso de softwares de geometria dinâmica. (BRASIL, p. 272, 2008)

No Ensino Fundamental – Anos Finais, o ensino de Geometria precisa ser visto como consolidação e ampliação das aprendizagens realizadas. Nessa etapa, devem ser enfatizadas também as tarefas que analisam e produzem transformações e ampliações/reduções de figuras geométricas planas, identificando seus elementos variantes e invariantes, de modo a desenvolver os conceitos de congruência e semelhança. Esses conceitos devem ter destaque nessa fase do Ensino Fundamental, de modo que os alunos sejam capazes de reconhecer as condições necessárias e suficientes para obter triângulos congruentes ou semelhantes e que saibam aplicar esse conhecimento para realizar demonstrações simples, contribuindo para a formação de um tipo de raciocínio importante para a Matemática, o raciocínio hipotético-dedutivo. Outro ponto a ser destacado é a aproximação da Álgebra com a Geometria, desde o início do estudo do **plano cartesiano**, por meio da geometria analítica. As atividades

envolvendo a ideia de coordenadas, já iniciadas no Ensino Fundamental – Anos Iniciais, podem ser ampliadas para o contexto das representações no **plano cartesiano**, como a representação de sistemas de equações do 1º grau, articulando, para isso, conhecimentos decorrentes da ampliação dos conjuntos numéricos e de suas representações na reta numérica.
(BRASIL, p. 272, 2008)

Matemática 5º ano - Unidade Temática: Geometria: Objeto de Conhecimento: “**Plano cartesiano**: coordenadas cartesianas (1º quadrante) e representação de deslocamentos no **plano cartesiano**.” (BRASIL, 2008, p.296)

Habilidade (EF05MA15) “Interpretar, descrever e representar a localização ou movimentação de objetos no **plano cartesiano** (1º quadrante), utilizando coordenadas cartesianas, indicando mudanças de direção e de sentido e giros.” (BRASIL, 2008, p.297)

Matemática 6º ano - Unidade Temática: Geometria: “Objeto de Conhecimento: “**Plano cartesiano**: associação dos vértices de um polígono a pares ordenados.” (BRASIL, 2008, p.302)

Habilidades:

(EF06MA16) “Associar pares ordenados de números a pontos do **plano cartesiano** do 1º quadrante, em situações como a localização dos vértices de um polígono.” (BRASIL, 2008, p. 303)

(EF06MA21) “Construir figuras planas semelhantes em situações de ampliação e de redução, com o uso de malhas quadriculadas, **plano cartesiano** ou tecnologias digitais.” (BRASIL, 2008, p.303)

Matemática 7º ano - Unidade Temática: Geometria: Objeto de Conhecimento: “Transformações geométricas de polígonos no **plano cartesiano**: multiplicação das coordenadas por um número inteiro e obtenção de simétricos em relação aos eixos e à origem”.
(BRASIL, 2008, p.308)

Habilidades:

(EF07MA19) “Realizar transformações de polígonos representados no **plano cartesiano**, decorrentes da multiplicação das coordenadas de seus vértices por um número inteiro.” (BRASIL, 2008, p.309)

(EF07MA20) “Reconhecer e representar, no **plano cartesiano**, o simétrico de figuras em relação aos eixos e à origem.” (BRASIL, 2008, p.309)

Matemática 8º ano - Unidade Temática: Geometria: Objeto de Conhecimento: “Associação de uma equação linear de 1º grau a uma reta no **plano cartesiano**.” “Sistema de equações polinomiais de 1º grau: resolução algébrica e representação no **plano cartesiano**” (BRASIL, 2008, p.312)

Habilidades:

(EF08MA07) “Associar uma equação linear de 1º grau com duas incógnitas a uma reta no **plano cartesiano**.” (BRASIL, 2008, p.313)

(EF08MA08) “Resolver e elaborar problemas relacionados ao seu contexto próximo, que possam ser representados por sistemas de equações de 1º grau com duas incógnitas e interpretá-los, utilizando, inclusive, o **plano cartesiano** como recurso.” (BRASIL, 2008, p.313)

(EF08MA12) “Identificar a natureza da variação de duas grandezas, diretamente, inversamente proporcionais ou não proporcionais, expressando a relação existente por meio de sentença algébrica e representá-la no **plano cartesiano**.” (BRASIL, 2008, p.313)

Matemática 9º ano - Unidade Temática: Geometria: Objeto de Conhecimento: “Distância entre pontos no **plano cartesiano**” (BRASIL, 2008, p.318)

Habilidades: (EF09MA16) “Determinar o ponto médio de um segmento de reta e a distância entre dois pontos quaisquer, dadas as coordenadas desses pontos no **plano cartesiano**, sem o uso de fórmulas, e utilizar esse conhecimento para calcular, por exemplo, medidas de perímetros e áreas de figuras planas construídas no plano.” (BRASIL, 2008, p.319)

A BNCC da área de Matemática e suas Tecnologias propõe a consolidação, a ampliação e o aprofundamento das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental. Para tanto, propõe colocar em jogo, de modo mais inter-relacionado, os conhecimentos já explorados na etapa anterior, a fim de possibilitar que os estudantes

construam uma visão mais integrada da Matemática, ainda na perspectiva de sua aplicação à realidade.

Na BNCC de Matemática do Ensino Fundamental, as habilidades estão organizadas segundo unidades de conhecimento da própria área (Números, Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas, Probabilidade e Estatística). (...)

Em relação ao pensamento geométrico, eles desenvolvem habilidades para interpretar e representar a localização e o deslocamento de uma figura no **plano cartesiano**, identificar transformações isométricas e produzir ampliações e reduções de figuras. Além disso, são solicitados a formular e resolver problemas em contextos diversos, aplicando os conceitos de congruência e semelhança. (BRASIL, 2008, p. 527)

Existem outros objetos de conhecimento para o desenvolvimento de competências e habilidades da área de Matemática, como é possível verificar na BNCC. O plano cartesiano foi selecionado por opção da autora para o presente estudo e os demais temas podem ser objeto de futuras pesquisas.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

É uma pesquisa de método indutivo com a utilização da abordagem qualitativa. De acordo com Fonseca (2002) apud Gerhardt e Silveira, 2009, p.36, compreendemos que com esse trabalho nos aproximamos da realidade, de modo a possibilitar sugestões de intervenção no real.

A pesquisa é de natureza aplicada, pois focamos no problema específico de responder como realizar a avaliação de competências e habilidades de matemática no desenvolvimento da robótica educacional.

A pesquisa tem o objetivo exploratório porque nos aproximamos do problema e construímos hipóteses utilizando o estudo de caso e a pesquisa bibliográfica.

Investigamos um grupo em que participaram 17 estudantes (rotativamente), sendo sete meninas e 10 meninos, de uma escola de Ensino Fundamental localizada em Porto Feliz/SP, durante o segundo semestre de 2022 e primeiro semestre de 2023, abordando o desenvolvimento das aulas de robótica educacional no sentido de explorar como ocorre a avaliação de competências e habilidades de matemática nessa situação.

Utilizamos como procedimentos nessa pesquisa:

- Estudo de Caso de perspectiva Pragmática, pois segundo Fonseca 2002, p. 33 apud Gerhardt e Silveira, 2009, p. 39, apresentamos globalmente o objeto de estudo do ponto de vista do investigador.
- Pesquisa Bibliográfica: recolhemos informações em dissertações e teses no banco de trabalhos e analisamos os trabalhos do grupo NUPEME investigando e selecionando dentre os trabalhos do arquivo gentilmente cedidos por Fernando da Costa Barbosa.

3.1 PLANEJAMENTO

Planejamos as seguintes etapas para a aplicação das atividades com os discentes:

- Solicitação de autorização do gestor da unidade escolar para o desenvolvimento do estudo.
- Convite e assinatura de autorização dos pais para a participação dos discentes no estudo.
- Agendamento de data para a realização das aulas.

Público-alvo: Alunos da turma, período da manhã de robótica educacional de uma Escola Municipal de Ensino Fundamental de Porto Feliz/SP.

Competências/Habilidades abordados na aula: Posição de objetos no plano, deslocamento, ângulos, translação e rotação.

Recursos utilizados: Desenvolvimento de atividades em material impresso, software de jogos educacionais Wordwall e em softwares de programação: Arduino IDE e Scratch.

Aulas: As atividades serão realizadas em 10 aulas de 50 minutos. Datas: 28/10, 04/11, 11/11, 18/11 e 25/11, de 2022.

Definições:

- **Arduino IDE-** Arduino é uma placa de prototipagem que permite realizar uma tarefa específica, por exemplo, controle de umidade, uma automação residencial, acionamento de um portão, controle de LEDs. Entre outros é possível programar em linguagem C/C++ na plataforma chamada Arduino IDE.

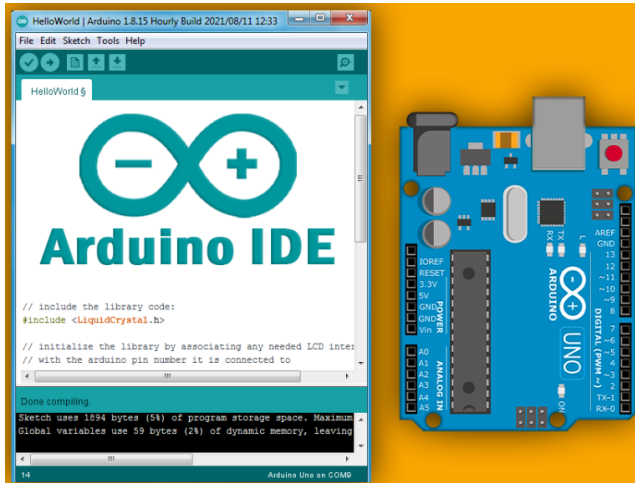


Figura 7: Plataforma Arduino IDE e placa Arduino Uno

Fonte: <https://andprof.com/wp-content/uploads/2021/10/What-is-arduino-software-IDE-and-how-use-it.png>

- **Scratch-** é uma plataforma online em que é possível aprender e compartilhar projetos com pessoas do mundo todo. Dispõe de uma linguagem de programação visual para criar animações, jogos e histórias interativas.
- **Sketch-** é uma janela de programação da plataforma Arduino IDE
- **Delay-** é um comando da plataforma Arduino IDE que indica: esperar
- **LOW-LOW-** é um comando da plataforma Arduino IDE que indica o não envio de energia pelas entradas indicadas
- **HIGH-HIGH-** é um comando da plataforma Arduino IDE que indica o envio de energia pelas entradas indicadas
- **Motor DC-** o motor de corrente contínua, motor DC, realiza giros completos em ambos os sentidos de seu eixo.



Figura 8: Motor DC

Fonte: <https://www.diyelectronics.co.za/store/motors/2321-brushed-dc-motor-3v-to-6v.html>

- **Servo motor-** é um motor que realiza giros com ângulos específicos



Figura 9: Servo motor

Fonte: <https://www.casadarobotica.com/robotica/atuadores/servos/2x-micro-servo-motor-9g-sg90>

- Elemento auxiliar ponte H- é um componente que suporta tensão maior que a fornecida pelo Arduino, sendo utilizado para fornecer a tensão necessária para alimentar o motor DC controlado pelo Arduino e para proteger o Arduino da tensão gerada pelo motor DC

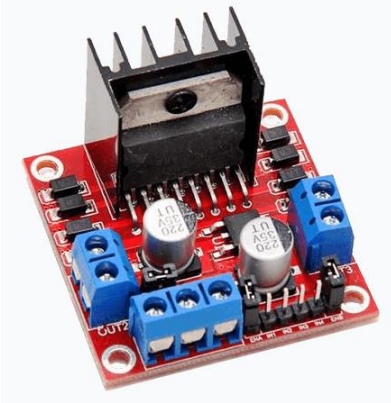


Figura 10: Ponte H L298N

Fonte: <https://flaviobabos.com.br/ponte-h-arduino/>

Objetivos de aprendizagem: Ao final das atividades espera-se que os alunos demonstrem:

- Capacidade de descrever verbalmente o caminho a ser percorrido por um objeto no plano (dividido por eixos coordenados) para sair de um ponto e chegar ao destino, considerando o percurso possível nas paisagens a ele expostas.
- Informar as posições dos objetos no percurso do deslocamento utilizando as coordenadas cartesianas.
- Informar os ângulos para as rotações que um objeto necessita fazer antes de realizar as translações.
- Compreender e usar o vocabulário: sentido horário e sentido anti-horário, rotação, translação e vetor.
- Realizar as programações solicitadas, análogas às das atividades da aula, nos softwares Arduino IDE e Scratch.

Passos das aulas

Aulas 1 e 2:

- Iniciar a atividade explicando aos alunos que durante as próximas aulas realizaremos atividades para compreendermos a programação de deslocamentos de objetos no plano.
- Assistir e realizar à programação de motor DC no software Arduino IDE. Funções das aulas: Liga e Desliga e Controle de Velocidade.
- Reproduzir as programações expostas e construir as ligações fisicamente para testar as programações feitas. (Roteiro básico no anexo 1 e 2).

Aulas 3 e 4:

- Rever a programação do servo motor. (Roteiro básico no anexo 3).
- Começar a aula realizando uma revisão sobre o plano e as coordenadas cartesianas. Projetar uma imagem dos eixos cartesianos X e Y e um ponto P. Solicitar que um aluno voluntário explique como funciona ou em caso de silêncio, fazer a exposição.
- Entregar as atividades 1, 2 e 3 do anexo e solicitar que as realizem.
Atividade 1 (Objetivo: Escrever as coordenadas da localização de lugares num mapa orientado por coordenadas cartesianas).
Atividade 2 (Tiro com Arco e Flexa. Objetivo: Escrever os ângulos de rotação de um ponto “arqueiro” para acertar os alvos numerados na sequência. As rotações devem se referir ao último alvo posicionado e informar o sentido da rotação, se horário ou anti-horário. Material: usar transferidor).
Atividade 3 (Teletransporte. Objetivo: Traçar os vetores para a translação do objeto para os alvos marcados. Anotar e pedir para os alunos escreverem: “Vetor é um segmento com comprimento, direção e sentido”).

Aulas 5 e 6:

- Integrar a programação do motor DC e do servomotor no software Arduino IDE.
- Propor a programação de movimento básico: Um movimento em U.
- Carregar a programação no carrinho físico para visualizar a reprodução do programa de cada aluno. Os alunos realizarão as construções propostas nas orientações. Os questionamentos e orientações solicitadas serão observadas para a verificação da autonomia dos estudantes na realização da atividade.

Aulas 7 e 8:

- Programação de Sketch para o carrinho seguir um percurso previamente dado. Atividade: Missão interestelar.
- As tentativas de programação dos alunos serão testadas imediatamente e solicitado que façam os ajustes que acreditarem ser eficientes e visualizar o novo resultado.

Aulas 9 e 10:

- Atividades utilizando o SCRATCH.
 -Representar sistemas de Equações do 1º grau.
 -Inserir e observar o uso do vocabulário: Figuras Congruentes e Figuras Semelhantes
- Tempo para modificar as programações Sketch. Carregar os programas dos alunos nos Arduino.
- Traçar o plano cartesiano no chão.

- Solicitar que digam o percurso, os pontos percorridos pelo robô.

3.2 APLICAÇÃO

Devido às aulas de robótica possuírem o objetivo de atividades a serem desenvolvidas/apresentadas, pensamos ser coerente desenvolver as atividades de observação para a dissertação em outro dia da semana (sexta-feira).

28/10/2022

Realizamos a aula no laboratório de informática e iniciamos nos atentando que o planejamento das atividades das aulas de sexta-feira seria diferente das aulas realizadas nas quartas-feiras.

Nessa data metade da turma faltou, porque no dia anterior foram a uma excursão e voltaram tarde.

Iniciamos recordando como funciona a identificação da localização de um objeto no plano. Os alunos quando questionados, sem nenhuma explicação ou imagem base, somente ficaram em silêncio, não responderam.

Foi exibida a seguinte imagem e perguntado: se tivermos essa imagem, como identificamos a localização do homem?

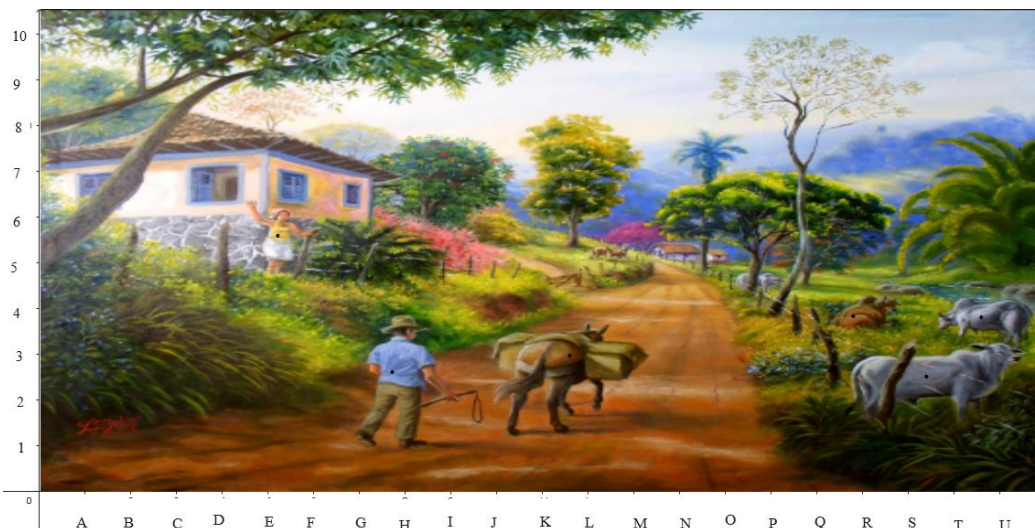


Figura 11: Figura com eixos coordenados

Fonte: <https://ljsantosart.blogspot.com/2013/01/paisagem-rural-com-figuras-brasil-oleo.html>

Daí um dos alunos ficou animado e respondeu 4H.

Interferi dizendo que o certo é dizer a referência da horizontal primeiro e depois o da vertical.

O estudante respondeu: mas dá no mesmo, porque um é letra e o outro é número; não tem como errar.

Respondi que nesse caso, ainda poderíamos acertar a localização, mas poderíamos ter os dois eixos com letras ou os dois eixos com números, então tem a ordem certa de informar.

Outra observação é que o estudante falou a localização da cabeça do desenho, que nesse caso cada parte do corpo do boneco está numa coordenada, então precisamos ver qual o ponto que o representa e daí vimos que sua localização é o ponto H, 2.5.

Seguimos a aula assistindo ao vídeo explicativo sobre a montagem e programação do carrinho com motor DC (motor de corrente contínua). Verificamos o que é um motor DC e o elemento auxiliar Ponte H para proteção do Arduino pois o motor DC pode virar em dois sentidos, produzindo energia e queimando o Arduino. E estudamos o funcionamento da Ponte H, o modo de conexão dos fios nos pinos e a programação no Arduino IDE.

A seguir foi proposta a realização da montagem do projeto físico para cada trio de estudante e voltamos o vídeo para o acompanhamento da programação.

O estudo da programação seguiu com a verificação dos ajustes: giro do motor no sentido horário, anti-horário, uso de delay e parando com LOW-LOW e HIGH- HIGH.

Nessa aula, iniciamos o estudo do controle da velocidade do motor, mas como era final da aula, nem todos os alunos acompanharam.



Figura 12: Produção de robô
Fonte: Produção própria

04/11/2022

A pretensão era de iniciar a aula realizando uma atividade de revisão sobre o plano cartesiano e seguir a programação do motor DC no software Arduino IDE.

Recebi os alunos na sala de informática.

Ocorreu que eles haviam se comunicado durante o período das aulas regulares e os alunos que não participaram da aula na semana anterior queriam fazer a aula passada do motor DC liga e desliga e os estudantes que foram na aula anterior ligaram os computadores nos projetos deles e queriam continuar a programação do controle de velocidade dos motores.

O planejamento da parte teórica de matemática dessa aula não foi realizado e sobre o desenvolvimento da montagem e programação do projeto motor DC, cada grupo ficou em um nível de avanço.

O link para acesso à parte 2 da programação do motor DC controle de velocidade é um vídeo não listado no YouTube e pode ser acessado em:

https://youtu.be/Umt5TGxyTWc?si=7Wp_7eP21r0xVcbz

11/11/2022

Previendo que a ansiedade dos alunos poderia novamente atropelar o planejamento das aulas, resolvi os receber na entrada da escola e fazer a introdução teórica sem a possibilidade de acessarem os computadores.

Fizemos uma roda do lado de fora, levei um labirinto para eles que tinha que movimentar duas pedrinhas do início à chegada. Apostaram qual das duas chegaria primeiro.

Envolvidos na brincadeira, perguntei como seria um jeito de falar onde cada pedrinha estava.

Um aluno falou que podia ser medido a distância que a pedra estava da saída. Falei que era uma boa ideia, mas que uma distância da saída poderia apontar dois lugares diferentes. Outro aluno disse que poderia usar "aquele negócio da aula passada". Perguntei que negócio era. O aluno disse: aquele da letra e número. Eu disse: "eixo de coordenadas cartesianas".



Figura 13: Corrida no labirinto
Fonte: Produção própria

Então mostrei uma atividade e pedi para que localizassem os objetos conforme as coordenadas cartesianas.

Realizaram a identificação dos objetos oralmente e coletivamente.

Também conversamos sobre o servo motor, que é um item que trabalha com a rotação. Que havíamos construído uma cancela de pedágio. Falamos que o servo motor permite programar ângulos em movimento horário e anti-horário.

Nos encaminhamos ao laboratório de informática. Os grupos receberam a orientação de montar uma programação para o motor DC e o servo motor para carregar no carrinho de modo que ele percorresse um percurso em U.

Cada grupo continuou a sua produção de onde parou, porém os grupos não se mantiveram fixos, os estudantes mais adiantados pararam de fazer a parte deles para orientar os colegas que estavam mais atrasados. Assim, ao final da aula desse dia nenhum grupo conseguiu montar uma programação que fizesse o carrinho percorrer o movimento proposto.



Observação: a programação do servo motor ocorreu durante as aulas regulares da robótica e os alunos poderiam acessar em:

https://youtu.be/-40CZ_dYxTU?si=qNELsqpKJVIMZyXw

Figura 14: Construção e programação
Fonte: Produção própria

18/11/2022

Fizemos um plano cartesiano no chão. Os estudantes iniciaram a aula relembrando e ajustando as programações que iniciaram na semana anterior. Na aula 8 carregamos as programações dos alunos no carrinho conforme ficou.



Figura 15: Carrinho com motor DC e servo motor
Fonte: Produção própria

Das cinco programações iniciais duas não foram localizadas nos microcomputadores porque provavelmente os alunos não deixaram aberto uma página de sketch novo após salvar e os alunos do período oposto trabalharam sobre seus arquivos. Um carrinho ficou andando de ré e na tentativa de acerto, o carrinho ficou descontrolado fazendo o movimento aleatório, para frente, para trás e virando a roda da frente sem andar.

O segundo carrinho, mais aceitável, ficou andando em círculo.

E o terceiro carrinho percorreu quase a sala inteira antes de começar a curva.

O registro das primeiras impressões da turma pode ser verificado no link:

<https://youtube.com/shorts/T399FvZ6nL8?feature=share>

25/11/2022

Fizemos uma aula de programação utilizando o Scratch.

Aos alunos, foram apresentados os grupos de comandos em blocos, os personagens os cenários, as programações de movimentos iniciais: caminhar, translação, rotação, de falas, de sons, de fantasias etc.

Os alunos seguiram juntos até certo ponto, mas como cada estudante escolheu o seu personagem e cenário, chegou num ponto em que cada indivíduo ou dupla, produziu o seu trabalho, precisando de ajuda pontual.

Nessa atividade foi observada a aplicação do conceito de plano cartesiano com o comando "deslizar para" e "girar" durante o posicionamento do personagem em projetos simples como: animação de um nome; movimento de cobrança de pênaltis, basquete.

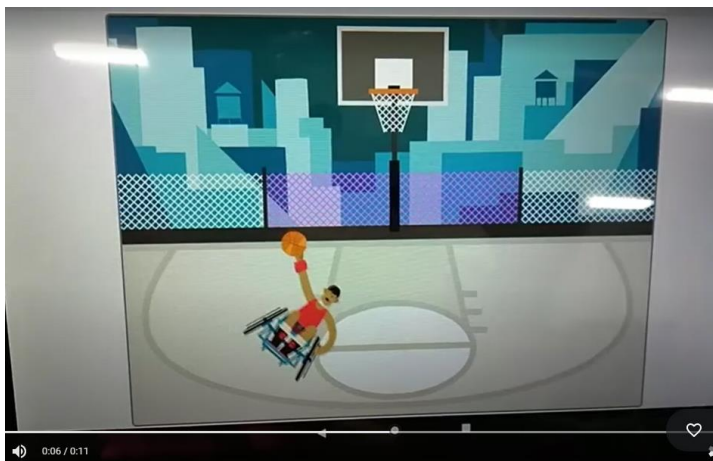


Figura 16: Imagem de atividade no Scratch
Fonte: Produção própria

Os estudantes fizeram suas produções utilizando a apresentação inicial e tutoriais do próprio site.

Os alunos ficaram envolvidos e o resultado foi satisfatório.

30/11/2022

Fizemos uma aula adicional durante o horário regular das aulas de robótica. O objetivo foi aplicar uma atividade escrita dos conteúdos de matemática aplicados: ângulos; deslocamentos: giros, rotação, translação; sistema cartesiano e conteúdo de robótica: protoboard, acendimento de LED, resistor, sensor ultrassônico, servo motor, motor DC, Ponte H, Arduino: portas digitais, analógica, GND, Vin.

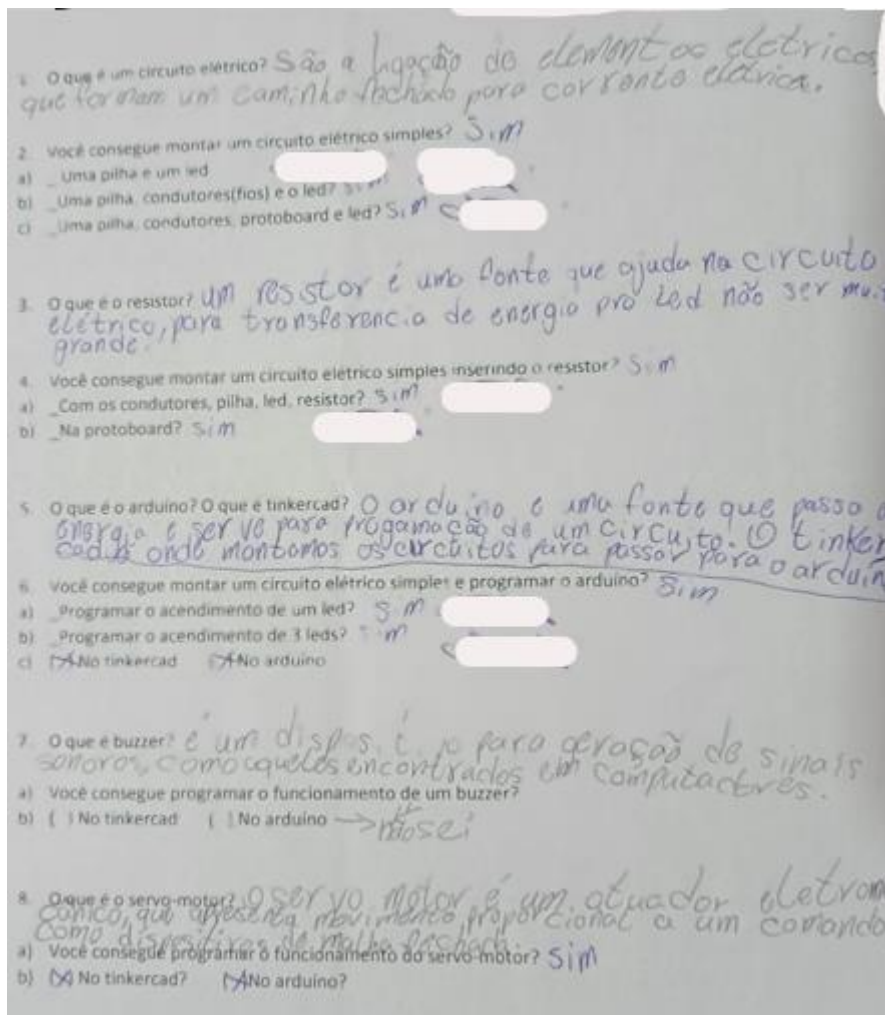


Figura 17: Questões escritas
Fonte: Produção própria

Durante a aplicação da atividade foram identificadas dúvidas elementares nos alunos, como o manuseio do transferidor e as definições de sentido horário e anti-horário, mesmo sendo conteúdos de séries anteriores e termos abordado os assuntos recentemente.

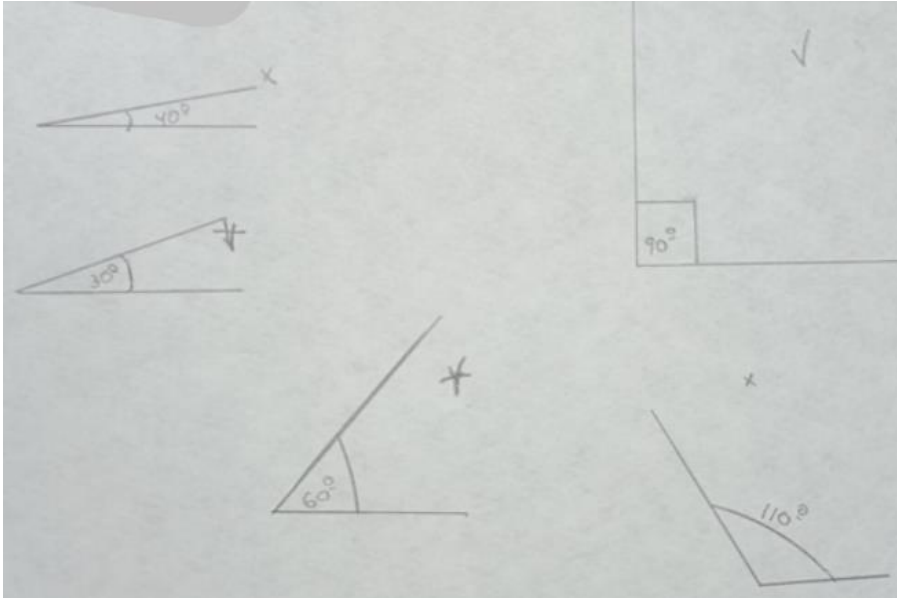


Figura 18: Produção e Medição de ângulos, correção da folha do colega.
Fonte: Produção própria

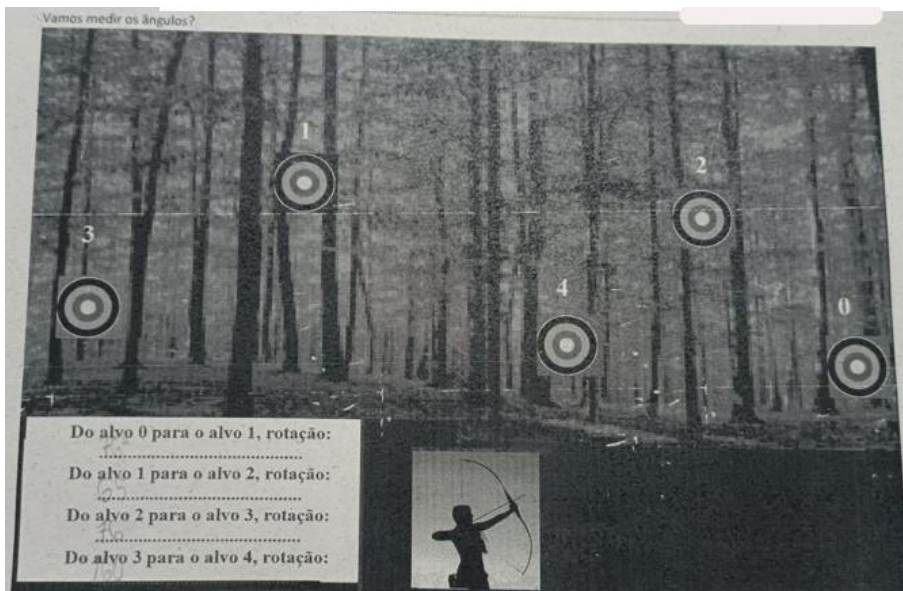


Figura 19: Tiro ao alvo, ponta da flecha é o centro do ângulo
Fonte: Produção própria

Como nas atividades das aulas os alunos se orientaram, impossibilitou a validade de registros individuais.

Os alunos localizaram satisfatoriamente os pontos conforme o Sistema Cartesiano e existe a necessidade de avanço no rigor dos registros dos estudantes.



Figura 20: Pontos no Plano Cartesiano, identificação com excesso de parênteses
Fonte: Produção própria

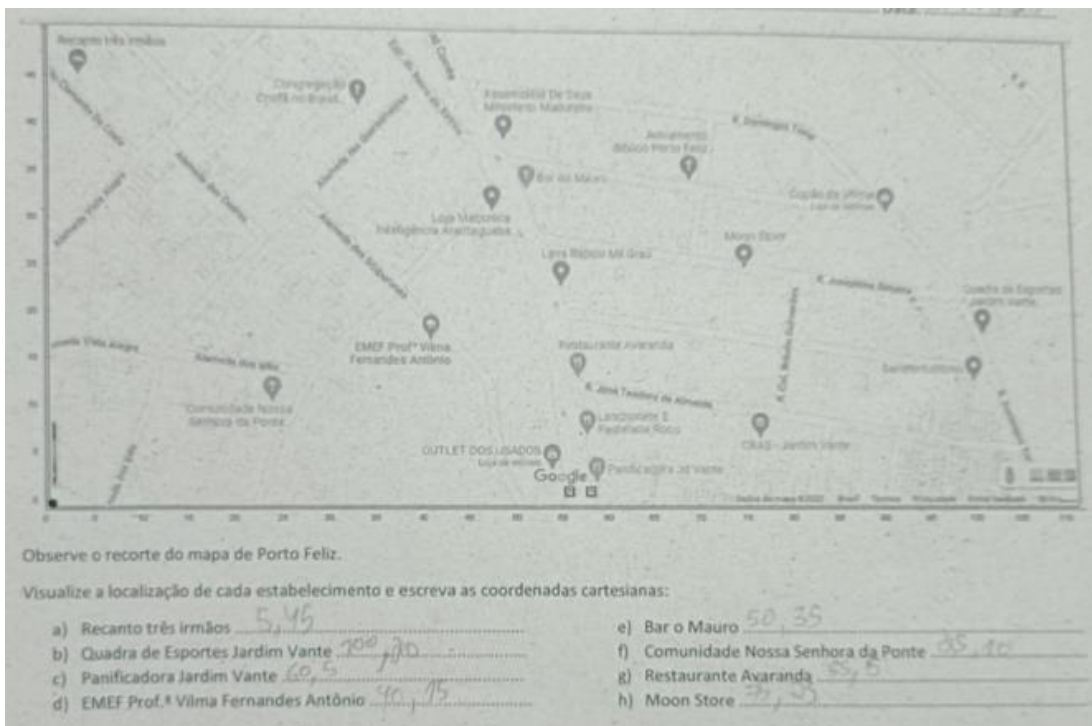


Figura 21: Pontos no Plano Cartesiano, identificação sem parênteses
Fonte: Produção própria

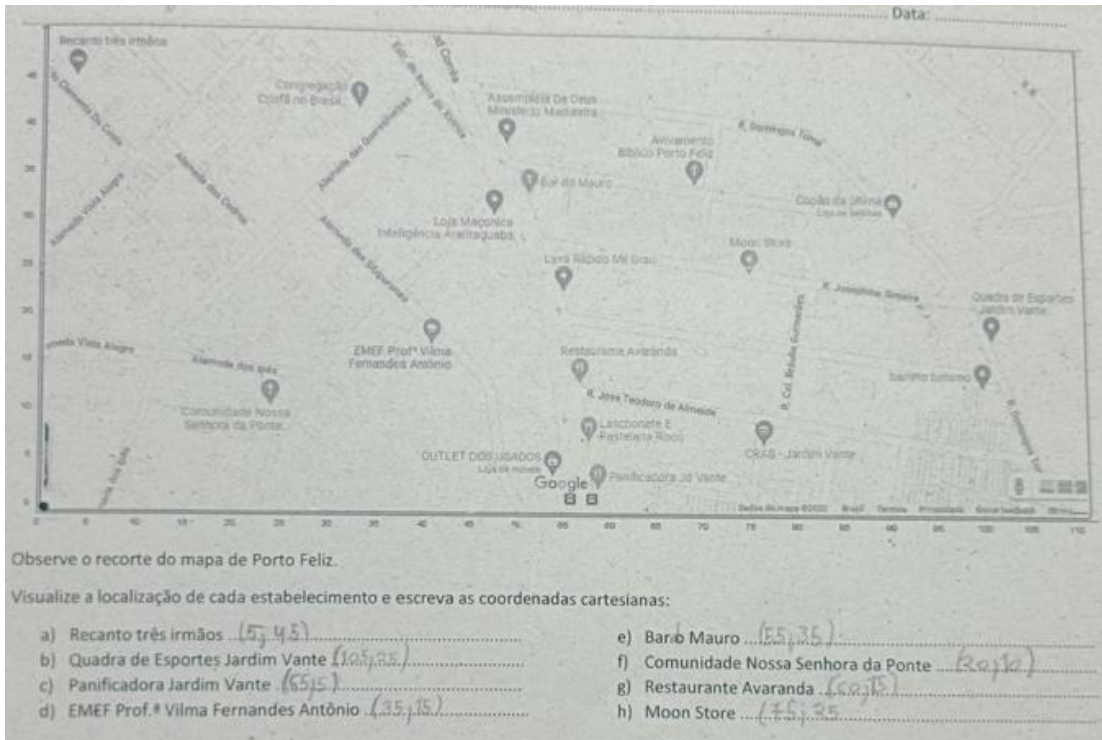


Figura 22: Pontos no Plano Cartesiano, identificação adequada
 Fonte: Produção própria

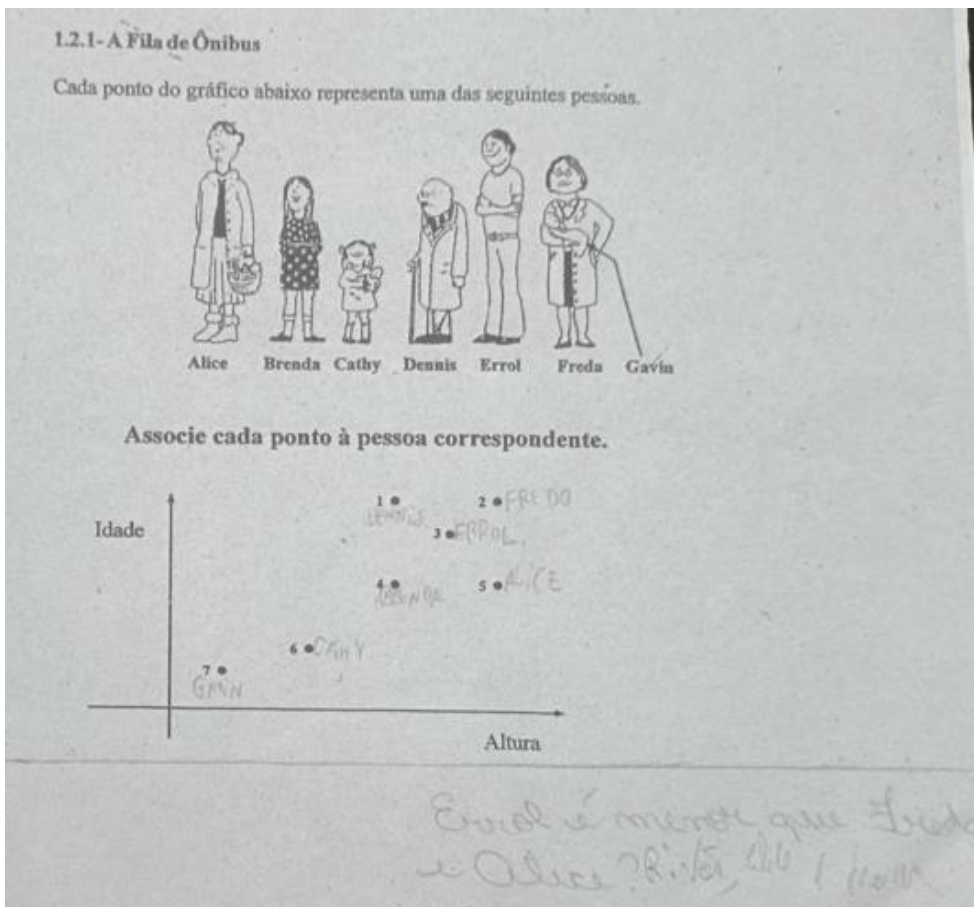


Figura 23: Coordenadas Cartesianas com eixos Altura e Idade 1
 Fonte: Produção própria

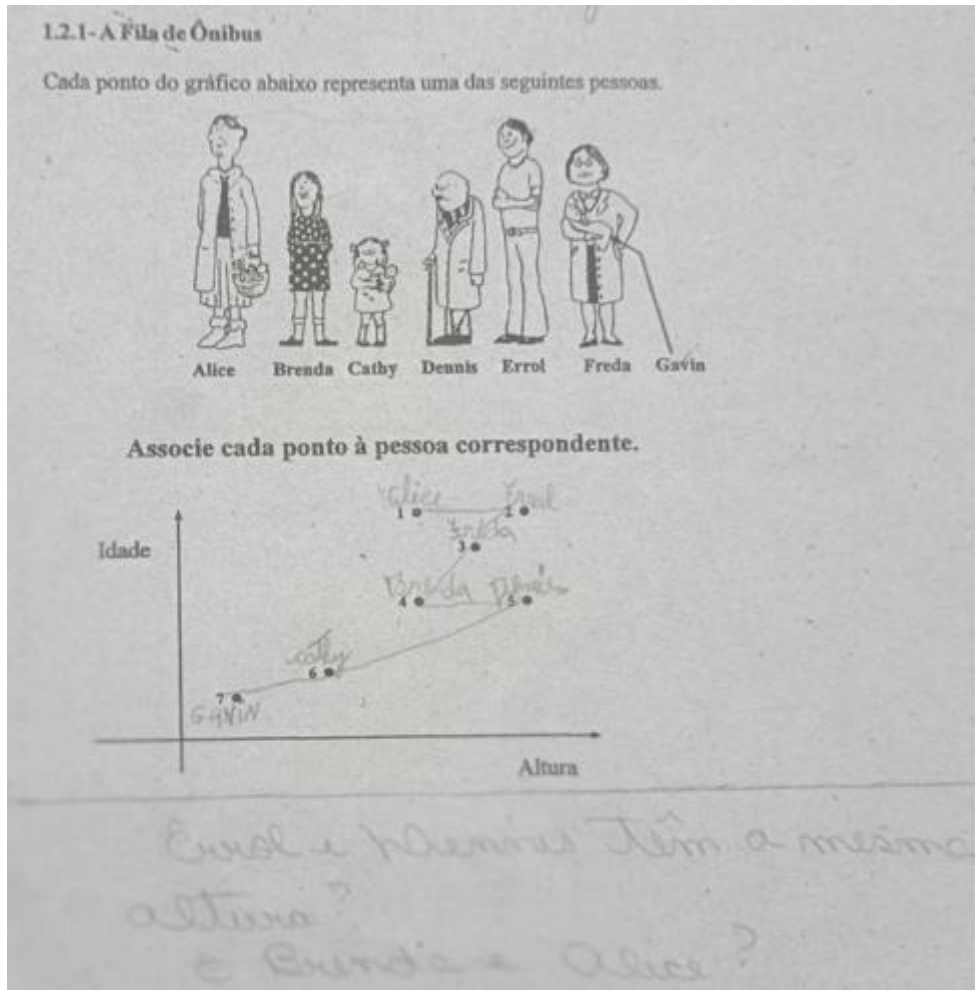


Figura 24: Coordenadas Cartesianas com eixos Altura e Idade 2
Fonte: Produção própria

Devido a acreditar inicialmente que as aulas forneceriam resultados totalmente positivos, não havíamos reservado aulas adicionais para intervenções durante o ano de 2022. Com o término das aulas, continuamos as observações em 2023.

Organizamos um roteiro para a intervenção e o estudo dos conteúdos em 2023, em específico ângulos.

15/02/2023

Nos reunimos inicialmente num canto separado na biblioteca e seguimos a seguinte previsão:

* Conhecendo e organizando o material: etiquetar as vasilhas com os nomes dos itens.

* Resposta:

O que é um ângulo?

Como medir um ângulo?

Formar ângulos de determinadas medidas e conferir se estão certos.

Objetivo: desenvolver uma atividade na aula de robótica para promover o estudo de ângulos.

O que pesquisar:

- * O que é e como funciona as coordenadas polares.
- * O que é e como funciona o jogo de bocha.

Criação:

- * Conversar e criar uma brincadeira que envolva os itens pesquisados.
- * Montar um carrinho com uma chave

Nesse primeiro dia de aula anotamos as regras para o andamento do projeto robótica e o planejamento do desenvolvimento dessa aula.

Inicialmente os alunos fizeram uns exercícios de construção de ângulos com o transferidor e a régua. Trocaram as folhas entre si e um corrigiu do outro.

Em seguida se reuniram em grupos e realizaram a pesquisa nos tablets.

Finalizamos a aula socializando os resultados da pesquisa, e com algumas ideias para a montagem da brincadeira.



Figura 25: Realização de pesquisa e compartilhamento
Fonte: Próprio autor

22/02/2023

- * Leitura dos combinados
- * Roda de conversa
- * Como será a brincadeira?

O que deve ter: ângulos, analogia ao jogo de bocha e um carrinho com o botão liga-desliga

- * Nome da brincadeira
- * Como organizaremos os alunos?
- * Quem convidar?
- * Quando será?
- * Onde fazer?
- * Quais materiais usaremos?
- * montagem do carrinho

Quantidade de carrinhos

No final da aula avaliar:

O que deu certo? O que deu errado? Corrigimos? O que providenciar?

Dever de casa: pesquisar o que é circuito em série e circuito em paralelo.

Nesse dia, os alunos se dividiram em três grupos, cada grupo se reuniu num local separado e discutiram nessa reunião, os itens da lista acima. Depois se reuniram e compartilharam as ideias que tiveram para a decisão do que fazer em conjunto.

01/03/2023

- * Leitura dos combinados
- * Resultado da pesquisa: circuito em série; circuito paralelo.
- * Montagem do circuito em série e do circuito em paralelo na protoboard com os LEDs
- * Funcionamento do multímetro
- * Soldar os fios nos motores
- * Desenhar o circuito do motor/botão e testar. Montar os fios com solda quando o teste ficar ok (ambas as rodas no sentido desejado e mesma velocidade).



Figura 26: Trabalho em pares
Fonte: Produção própria

15/03/2023

* Confeccionar os itens do jogo: decoração das garrafas; confecção dos cartões com ângulos; digitar números no computador para imprimir; cortar papel cartão e colar os números.

22/03/2023

Planejamento da Explicação para a aplicação no quinto ano

* O que é ângulo?

Para saber o que é ângulo, precisamos saber o que são semirretas.

Semirretas são linhas esticadas que tem um começo e não tem fim.

Ângulo é o intervalo entre duas semirretas de mesma origem.

Medimos os ângulos com o transferidor com a unidade de medida em grau.

Você conhece o transferidor? (entregar para os alunos)

Como que podemos medir um ângulo? (Explicar o passo a passo)

Entregar uma folha com exercícios para medir individualmente ou em dupla, os ângulos.

Dividir a turma

em grupos e realizar o jogo de bocha com ângulos. A pontuação será controlada pela corrida dos carrinhos no percurso desenhado na lousa.

Um aluno de cada grupo deverá medir o ângulo do cartãozinho; se acertar sorteia da caixa, um dos ângulos para posicionar o carrinho em direção a um dos cones. O aluno liga o carrinho e o carrinho do percurso percorre a trilha conforme o número que está dentro do cone. Ganha o grupo que completar o percurso primeiro.

Ao final da brincadeira proporemos assistir ao desenho chamado Cyberchase, episódio 31: Todos os ângulos retos, disponível em: <https://youtu.be/sTluVfsNgII>

29/03/2023

Repasse do ensaio; solicitação de aula no quinto ano A para a Coordenadora e a Professora da sala; agendamento.

19/04/2023

Aplicação da atividade.

A atividade foi aplicada das 10:50 às 11:30.

A professora da turma ausentou-se e a aula foi conduzida pelos alunos da robótica monitorado pela professora Aline Santos.

Os alunos demonstraram insegurança inicialmente, porém foram firmes, seguiram as orientações e conduziram as explicações conforme os combinados.

Devido ao tempo curto para aplicação da atividade, não foi possível concluir o desenho, deixamos como sugestão para a professora responsável da sala que atendeu o interesse dos alunos e possibilitou que acessassem o conteúdo no dia seguinte.



Figura 27: Aplicação da Atividade no 5º A; 1
Fonte: Produção própria



Figura 28: Aplicação de atividade no 5º A; 2
Fonte: Produção própria



Figura 29: Foto de final de atividade
Fonte: Produção própria

3.3 ANÁLISE

A vivência nas atividades de Robótica Educacional indica que os dados avaliativos mais significativos tomados durante o estudo foram colhidos de modo qualitativo por meio da observação da narrativa e das atitudes individuais dos participantes, apontando não ser possível construir um Instrumento Avaliativo com a metodologia experimentada neste trabalho para analisar a aprendizagem de competências e habilidades de Matemática utilizando a Robótica Educacional para aplicar em turmas de média e/ou larga escala de alunos *1, na forma defendida por Tyler e demais teóricos sobre avaliação.

A hipótese dessa conclusão baseia-se no fato que, durante o estudo, observou-se que a maior preocupação dos estudantes foi ver os projetos funcionarem, embora muitos percalços ocorreram anterior a isso, os alunos resolveram as questões necessárias para atingir seus objetivos: sem a necessidade de se preocuparem em ampliar o vocabulário da matemática;

sem a apropriação de propriedades de determinados temas; sem o uso de cálculos mais elaborados; com construção coletiva ou grupos, explorando as facilidades de cada um (ou devido à pouca quantidade de material disponível para o trabalho com a turma, ou porque os estudantes preferiram fazer em pares ou mais integrantes os projetos que havia material para a construção individual); utilizando-se da tentativa e erro. Esses são itens que dificultam obter dados avaliativos individuais sobre o desenvolvimento das competências e habilidades mencionadas na BNCC, tampouco expor os dados com segurança.

A intenção inicial do trabalho era verificar a possibilidade de desenvolver um instrumento avaliativo utilizando a robótica educacional para avaliar competências e habilidades indicadas na BNCC num grupo de alunos.

*1 considerando média escala a quantidade de alunos de uma turma convencional (30 alunos), e larga escala as turmas de uma ou mais escolas, considerando que durante o estudo participaram metade ou menos alunos que a quantidade de uma turma convencional.

4. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA DE ESTUDOS DE CASO DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA E ROBÓTICA EDUCACIONAL

Pela fragilidade que os resultados desse estudo podem representar num universo de trabalhos sobre o tema, pensou ser coerente procurar indícios sobre o modo como os pesquisadores têm verificado a aprendizagem dos alunos dessas características nas aplicações, de outros pesquisadores, que tenham como palavras-chave em seus estudos: “Ensino de Matemática”; “Robótica”, “Estudo de Caso”.

4.1 CAMPEONATOS DE ROBÓTICA NA ESCOLA. CONSTITUIÇÃO DE UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM. BRYTHNER MONTEIRO DELFINO, 2017

A pesquisa buscava responder se é possível constituir um ambiente de aprendizagem visando a participação dos estudantes de uma escola pública em campeonatos de robótica?

Aponta no resumo que no desenvolvimento da análise das informações de sua investigação teve como dificuldade no processo de consolidação do ambiente de aprendizagem "relacionar as atividades desenvolvidas com robótica e as aulas de matemática em sala de aula" p.8.

Tem como um dos objetivos específicos "estudar como foram produzidos os conhecimentos envolvendo a Matemática durante o processo de montagem e programação de robôs" p.18.

O trabalho apresenta como produto educativo final "Uma proposta de atividades educativas que possibilitam o diálogo entre a matemática de sala de aula e a matemática presente em competições de robótica." p.18.

Conteúdos matemáticos (objetos de conhecimento)

- Números racionais e conversões (medir o comprimento da roda, para programar a quantidade de giros da roda para o robô percorrer um percurso);
- Números inteiros (cálculo simples para decidir qual caminho percorrer para atingir mais pontos).
- Média aritmética (no cálculo das notas dos participantes na competição).
- Ângulos

Pelo texto entende-se que a verificação da aprendizagem se deu por entrevista aos estudantes e por escrita dissertativa dos mesmos para expressarem como entenderam o funcionamento do programa.

"Pereira [...] Nós conseguimos aprender tanta coisa, conseguimos entender até que para conseguirmos mover o robô a gente tinha que calcular quantas rotações àquela minúscula rodinha tinha que rodar para conseguir alcançar tal lugar, a velocidade, a distância nós tínhamos que calcular muitas coisas [...] (Transcrição do trecho da entrevista realizada em 25/10/2016)"
(DELFINO, 2017, p. 104)

"Os alunos utilizavam recurso escrito para expressar a ideia, da forma que o programa funciona na prática e registravam essa informação no caderno de informações do robô" (DELFINO, 2017, p.100)

Além disso, uma das etapas das competições era a apresentação de projetos escritos e cada participante da equipe deveria fazer uma explicação para a banca de avaliadores.

Apesar da dificuldade de pesquisar, os alunos compreendiam a necessidade de dominar o conteúdo pesquisado, pois almejavam serem bem avaliados na competição. Por isso que se dedicavam dentro de suas capacidades. Os alunos tratavam da compreensão do projeto escrito de diferentes formas, pois enquanto alguns buscavam compreender tudo o que era estudado alguns buscavam memorizar algumas ideias para a apresentação.
(DELFINO, 2017, p.83)

4.2 ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE NO 9º ANO DO ENSINO BÁSICO: UMA TRILHA DE IMPLEMENTAÇÃO DE ROBÓTICA COM ARDUINO PARA O ENSINO DE FÍSICA E MATEMÁTICA. MARCELO PIRES DA SILVA, 2021.

A pesquisa tem como objetivo de trabalho, investigar se o uso de tecnologia da robótica educacional livre com Arduino no processo de ensino-aprendizagem, agregaria conhecimentos matemáticos e físicos aos participantes; também acompanhar o processo de evolução da curiosidade e obtenção de conhecimento para a resolução de problemas no decorrer do projeto.

A questão a ser respondida era: como a robótica educacional em uma perspectiva livre, pode contribuir para a aprendizagem de matemática e física?

Os objetos de conhecimento citados no trabalho foram:

- Lei de Ohm: a resistência elétrica (Ω ohm) é determinada pela razão entre o potencial elétrico (volts) e a corrente elétrica (ampère).
- Lei de Pouillet: permite que se calcule o módulo da corrente elétrica estabelecida ao longo de uma malha. Pode ser calculada pela fórmula: $I = \frac{\sum(\varepsilon - \varepsilon')}{\sum R + \sum ri + \sum ri'}$, sendo: ε e ε' –

força eletromotriz e força contra eletromotriz (V – volts); R , r_i e r'_i – somatório das resistências elétricas dos resistores, geradores e receptores"

- Componentes: transistor, resistor, led, LDR
- Resolução de equações de primeiro grau e gráficos de funções lineares
- Conversão de unidades de medida

É possível identificar na escrita do autor a utilização da observação para a verificação da aprendizagem quando diz:

Um dos objetivos do projeto era a utilização dos prefixos matemáticos então por meio de operações com potências de mesma base realizou-se a conversão entre diferentes escalas e medidas. Durante as aulas, um grupo disse que era só multiplicar por 10.000. o outro grupo tentou utilizá-lo, mas por fatos desconhecidos, não conseguiu obter o valor por esse meio. Então o grupo experimentou criar variáveis, antes do cálculo da velocidade, com as respectivas unidades necessárias.
(SILVA, 2021, p. 81)

Outra demonstração de avaliação de modo "informal" ou ocorrido de modo qualitativo, pela entrevista, é a ocorrência de registros como:

Segundo participante Gianelli, a utilização dos equipamentos deixa a aula muito mais interessante. Quando indagados sobre a matemática no projeto montado, ele respondeu que para o cálculo da resistência para ligar o led, seria necessário utilizar a lei de Ohm.
(SILVA, 2021, p. 88)

Segue abaixo a transcrição de um diálogo registrado entre o professor e um dos alunos.

Professor: O que você percebeu de matemática no projeto?
Sombra: Gráficos equações.
Professor: E a lei de Ohm?
Sombra: $U=R*I$
Professor: O que você percebeu para que serve a lei de Ohm?
Sombra: Para descobrir a resistência.
Professor: Mas, para que descobrir essa resistência?
Sombra: Para descobrir o quanto ligar.
Professor: Para quê?
Sombra: Para não queimar o LED.
Professor: Tem diferença com a aula normal que a gente faz?
Sombra: Não sei. É diferente. Tem prática não é só teoria igual na sala.
(Transcrição do áudio da primeira aula, de 20 de novembro de 2019.)
(SILVA, 2021, p. 90)

"Quando indagado, o que havia entendido da aula ministrada, o participante Harry Potterson, nos deu a seguinte resposta: "eu entendi que a gente ligou, usou transistor, usou o Arduino também, a gente programou ele para ligar um motor, durante certo tempo. Aí depois, para deixar ele ligado por certo tempo e também deixar desligado por certo tempo." (10.2.2 -transcrição da entrevista com o participante Harry Potterson. 25 de novembro de 2019).
(SILVA, 2021, p. 92)

Segundo Silva, 2021, p. 93, um aluno questionado sobre o que havia enxergado no projeto sobre a matemática respondeu que não conseguiu enxergar a matemática por trás.

Segue entrevista com o participante de codinome Sombra

Professor: Olá sombra. O que fizemos hoje?
 Sombra: Ligamos o carrinho, usando a protoboard.
 Professor: O que usamos lá?
 Sombra: Transistor resistor, e o reguladorzinho lá, que também é resistor, e o outro sensor lá.
 Professor: Ligou o quê, que você ligou?
 Sombra: A gente ligou o led, na protoboard e o motor do carrinho.
 Professor: O que acontece se você girar o resistor variável?
 Sombra: Diminui a força.
 Professor: Ou?
 Sombra: A potência.
 Professor: É possível enxergar a matemática ali?
 Sombra: Matemática ali?
 Professor: É!
 Sombra: Só na questão de medir a resistência do resistor.
 (10.3.4-transcrição da entrevista com o participante sombra: 27 de novembro de 2019)
 (SILVA, 2021, p. 95)

A seguir conferimos trecho da entrevista do participante de codinome Luz.

Luz: Eu achei muito top, porque não tenho noção nenhuma daquilo, estou pegando tudo do zero. E eu consegui fazer, junto com todo mundo, fazer o carrinho andar sozinho.
 Professor: O que conseguiu perceber de matemática?
 Luz: Consegui. Porque tem todas as passagens de energia e a parte de carga negativa e positiva.
 (10.4.3 - Transcrição de entrevista como participante Luz; 30 de novembro de 2019)
 (SILVA, 2021, p. 99)

Durante o desenvolvimento do trabalho o autor cita um robô que calcula a velocidade do som através de um sensor ultrassônico. Nessa atividade os componentes fornecem a distância em centímetros e o tempo em microssegundos. Os alunos têm a oportunidade de converter os valores para apresentar os dados conforme o SI Sistema Internacional de Medidas para velocidade (metros/segundo) em que um dos alunos comentou:

A aula foi muito interessante, pois aprendemos a calcular a velocidade do som e a distância usando apenas o sensor de ultrassom e o Arduino (programado por nós alunos), agora eu quero fazer o carrinho andar usando o Arduino, pois ele funciona melhor assim e apresentar o nosso trabalho para alguma turma. (Luz: 9.5- Relatório da aula de sensor de ré e cálculo da velocidade do som).
 (SILVA, 2021, p. 117)

No capítulo "Reflexões sobre a aplicação das aulas" o autor retorna à intenção inicial que era verificar como a robótica educacional, em uma perspectiva livre, pode contribuir para a

aprendizagem de matemática e física? Nesse trecho podemos observar que o grupo se valeu de um critério para discernir os integrantes que entenderam e os que não entenderam, porém não há clareza sobre o instrumento avaliativo usado para essa conclusão do grupo.

Em algumas ocasiões, ocorria que alguns participantes não haviam entendido sobre o funcionamento de determinada parte do projeto. Outros estudantes, por própria espontaneidade, se dispunham a ajudar a sanar a dúvida do outro colega.
(SILVA, 2021, p. 129)

O autor demonstra preocupação em verificar a compreensão dos estudantes sobre as atividades elaboradas, o que pode ser verificado no trecho:

Com o intuito de materializar o que os participantes estavam entendendo, foram aplicados dois questionários aos participantes. Os questionários tinham como objetivo apenas verificar se os participantes estavam compreendendo o que estavam trabalhando, sobre os conceitos ensinados. Não era um meio de quantificar, em nota o conteúdo ministrado. Eram questões para verificação de entendimento, tanto é, que não informamos aos participantes sobre as provas e nem quando ocorreriam, quando foi feito o convite aos mesmos.
(SILVA, 2021, p. 129)

Durante a exposição da correção dada às questões aplicadas, o autor expõe que um dos participantes não colocou a equação matemática que relaciona a voltagem, com resistência e corrente, mas explicou que o valor da equação seria $40 = 13 \times 3$ e que, por não ter explicitado a equação $U = R \times I$ considerou inválida a exposição.

As questões sobre Matemática do questionário foram:

- Qual é a importância da matemática na aplicação?

Que responderam:

- É importante para descobrir o valor da resistência que iríamos usar.

- Para descobrir a resistência.

- O que acontece matematicamente no transistor TIP122?

- Dependendo da quantidade de corrente elétrica ele pode acelerar ou desacelerar o motor.

- Quando abre a porta do transistor passa mais carga.

- O que acontece se girarmos o potenciômetro no sentido anti-horário? E no sentido horário?

- Ele diminui e aumenta a velocidade.
- Diminui a carga e aumenta a carga, respectivamente.
 - O que você vê de matemática no esquema?
- A corrente elétrica que passa, resistor, voltagem.
- Quantidade de energia passada.

Nas considerações finais o autor diz sobre o modo da verificação da aprendizagem:

E realizando observações e análises dos materiais recolhidos, percebemos as correlações entre o desenvolvedor do robô, a partir do plano de aula e planos de montagens, até ao objeto fim, a aprendizagem de matemática e física. (SILVA, 2021, p. 140).

As considerações finais expõem o aspecto relevante dos erros.

(...) Observamos que o erro também é importante e faz parte do desenvolvimento de outras habilidades. Com o erro os participantes procuraram corrigi-lo aprofundando o seu conhecimento em detalhes pertinentes ao robô. (SILVA, 2021, p. 140)

4.3 ROBÓTICA NO ENSINO APRENDIZAGEM DE FÍSICA E MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL I. GEISLA APARECIDA DE CARVALHO, 2021.

A pergunta de investigação desse trabalho é: Como implementar uma prática educativa com física e matemática mediada pela robótica?

O objetivo geral da pesquisa é compreender as contribuições das práticas educativas para o processo de ensino e aprendizagem de física, matemática e robótica que viabilizou a participação de estudantes de uma escola particular de Uberaba.

Os objetivos específicos são: a) conceituar e relacionar a robótica à prática educacional em física e matemática; b) analisar as estratégias elaboradas e executadas para a preparação e participação de equipes nas atividades de robótica; c) estudar como foram produzidos os conhecimentos envolvendo o estudo do MRU e da Função Afim e programação durante o processo de montagem e programação de carrinhos robôs.

Os objetos de conhecimento abordados foram o estudo MRU-movimento retilíneo uniforme e função afim.

A metodologia didático-pedagógica do estudo foi a PBL-"problem based learning".

A natureza de pesquisa do presente trabalho foi qualitativa. Sobre esta, Bardin (2011, página 145) ressalta que "A análise qualitativa apresenta certas características particulares. É válida sobretudo na elaboração das deduções específicas sobre um acontecimento ou uma variável de inferência precisa, e não em inferências gerais. (CARVALHO, 2021, p. 73)

O instrumento de pesquisa é a observação participante. Cruz Neto (1994) destaca que a observação participante é um método no qual o investigador tem que ter o objetivo de fazer uma investigação científica a partir da participação de um estudo como observador de situações sociais.

Um investigador precisa ter contato com o fenômeno observado de maneira a entender corretamente o contexto dos atores sociais. E esse procedimento é importante, por aceitar a conferência de situações que, em muitos andamentos, não são relatados nos questionários. (CARVALHO, 2021, p.74)

A observação não estruturada é com bastante frequência usada como técnica exploratória em que o observador tenta restringir o campo de suas observações para mais tarde, delimitar suas atividades, modificando, às vezes, os seus objetivos iniciais, ou determinando com mais segurança e precisão o conteúdo das suas observações e proceder as mudanças que se fizerem necessárias no planejamento inicial. (VIANA, 2003, p. 26-27). Apud (CARVALHO, 2021, p. 75)

O autor expõe que trabalhou com cinco atividades elaboradas a partir de situações problemas reais do dia a dia dos educandos.

Essa proposta foi a validação do nosso projeto, e juntamente com as respostas do questionário, buscamos investigar, para termos uma conclusão, se a proposta metodológica foi válida ou não, se os alunos gostaram de aulas diferenciadas, se corresponderam às expectativas, se eles assimilaram os conceitos físicos e matemáticos e relacionar uma teoria com a prática. (CARVALHO, 2021, p. 76)

Diante dessa metodologia exposta, tivemos a expectativa de que identificaríamos nos registros dessa dissertação os métodos avaliativos aplicados nesse estudo de caso. Seguindo com a leitura, verificamos que no anexo um, há 18 questões que os alunos se identificaram e responderam, por meio dissertativo e por alternativas, o que entenderam sobre movimento retilíneo uniforme e função afim.

Reproduzo aqui as questões para que o leitor reflita sobre a eficiência do instrumento avaliativo.

As questões são: Questionário sobre o produto educacional Experiência de Baixo Custo utilizando um Carrinho Robô no Plano.

1. Qual o seu sexo?
 2. Qual a sua idade?
 3. Quais são as características do movimento retilíneo uniforme (MRU)?
 4. Quais são as características de uma função afim?
 5. Em relação ao MRU (movimento retilíneo uniforme) a velocidade é constante.
 - () Discordo totalmente
 - () Discordo
 - () Não concordo nem Discordo
 - () De acordo
 - () Totalmente de acordo
 6. Em relação à função afim podemos dizer que sua lei de formação é $f(x) = ax + b$, onde a e b são os coeficientes? Chamamos a (de coeficiente angular) e b (de coeficiente linear)?
- Parte 2-Avaliação pelos alunos da proposta didática “experiência de baixo custo utilizando um carrinho robô.”

1. Como você classifica as atividades com aprendizagem intuitiva de dados que você participou ao criar o carrinho usando o Arduino para programá-lo?
 - () Ótimo 50%
 - () Bom 50%
 - () Regular
 - () Ruim
 - () Péssimo
2. Você considera ter aprendido alguma coisa? O que? Comente sua resposta.
3. Considerando minha aprendizagem durante as atividades com o carrinho, considero que é possível utilizar essa estratégia em sala de aula, você:
 - () Concorda totalmente 25%
 - () Concorda 25%
 - () Não tem opinião formada 25%
 - () Discorda
 - () Discorda totalmente
4. Diante da criação do objeto "carrinho" e realizada a competição com as equipes você conseguiu construir algum conhecimento físico e matemático?
 - () Sim 100%
 - () Não
5. Caso tenha marcado sim para a questão anterior, responda: qual o conhecimento físico e matemático adquiriu?
6. A construção do carrinho robô despertou-me interesse em aprender física e matemática. Você:
 - () Concorda totalmente 75%
 - () Concorda 25%
 - () Não concorda, nem discorda
 - () Discorda
 - () Discorda totalmente
7. A construção do carrinho robô criado com a placa Arduino despertou-me interesse em construir meu próprio protótipo. Protótipo é o mesmo que aquilo que serve de modelo para futuras criações. Você:
 - () Concorda totalmente 25%
 - () Concorda 75%
 - () Não concorda, nem discorda
 - () Discorda
 - () Discorda totalmente
8. Como você classifica o seu aprendizado na construção do carrinho robô: acredita que ao construir este protótipo pouco contribuiu para o seu aprendizado?
 - () Concorda totalmente
 - () Concordo 100%

- () Não concordo nem discordo
- () Discordo
- () Discordo totalmente

9. Ao assimilar a construção do carrinho robô com os conhecimentos abordados dos conceitos físicos e matemáticos, você acredita que conseguiu construir o conhecimento após a finalização do protótipo?

- () Concordo totalmente 25%
- () Concorda 75%

Parte I: Quanto à aprendizagem. Parte II: Quanto à implementação da Proposta Didática. (4 entrevistados)

- 1) Em sua escola você já havia utilizado a placa Arduino? Em caso positivo, fale qual foi o seu contato anteriormente com ele.
 - 2) Gostava mais de estudar Matemática da forma como era ensinada antes dessa experiência, você:
 - () Concorda totalmente 50%
 - () Concorda
 - () Não concorda, nem discorda 25%
 - () Discorda 25%
 - () Discorda totalmente
 - 3) Como você classificaria o experimento realizado na competição dos carrinhos como uma ferramenta de ensino a ser levado para a sala de aula de modo a ensinar conceitos de Movimento Retilíneo Uniforme e de Função Afim?
 - () Ótimo 25%
 - () Bom 75%
 - () Regular
 - () Ruim
 - () Péssimo
- (CARVALHO, 2021, p. 115: 122)

Outra forma de verificar a aprendizagem de conteúdos de física e matemática foi a observação da aplicação da seguinte atividade: dividiu-se os alunos em dois grupos que deveriam montar e programar um carrinho que informava por Bluetooth o tempo e a velocidade desenvolvidas num percurso retilíneo de 2 metros.

A orientação para a construção e programação dos carrinhos foi idêntica para todos os estudantes, porém incrementos aplicados por cada grupo fez com que existisse diferenças no desempenho de cada carrinho.

Apesar da orientação padrão, tanto para a montagem dos carrinhos quanto para a sua programação alguns fatores "criados" pelas equipes de discentes deixaram o carro mais leve ou mais pesado, mas instável ou menos instável, mas veloz ou menos veloz. (CARVALHO, 2021, p. 78.)

Então foi registrado o desempenho de cada carrinho. O carro A percorreu os dois metros em 10,5 segundos e velocidade de 0,19 metros por segundo. O carro B percorreu os dois metros em 8 segundos e velocidade de 0,25 metros por segundo.

Seguiu com a proposta aos grupos de colocar os carros em largadas distintas: para o carro B percorrer 2 m, e o carro A um metro à frente. O desafio foi que antes do lançamento as equipes calculassem o instante em que o carro B alcançaria o carro A.

Cada equipe aplicou a função horária:

$$S_A = S_{0A} + V_A \cdot t \text{ e } S_B = S_{0B} + V_B \cdot t.$$

Realizaram as substituições devidas.

$$S_A = 1 + 0,19 \cdot t \text{ e } S_B = 0 + 0,25 \cdot t$$

Como o local em que os carros se encontram são iguais, as equipes calcularam:

$$1 + 0,19t = 0,25t$$

$$1 = 0,25t - 0,19t$$

$$1/0,06 = t$$

$$t = 16,66s$$

Depois os alunos foram desafiados a responder antes da verificação, qual o local do percurso em que os carros se encontrariam.

Então eles substituíram o tempo calculado em uma das fórmulas, e tiveram:

$$S_A = 1 + 0,19 \cdot t$$

$$S_A = 1 + 0,19 \cdot 16,66$$

$$S_A = S_B = 4,17m$$

Ou seja, como a pista possuía 2 m, não seria possível visualizar a ultrapassagem.

As duas equipes chegaram à mesma distância em que o carro da equipe B encontraria o carro da equipe A. Assim, finalizamos a parte de testes realizadas virtualmente entre as equipes. Esperamos que em outras oportunidades possamos continuar com esse trabalho utilizando o teste dos carrinhos no sentido contrário e, se possível, com mais equipes envolvidas, desde que não ultrapassem da quantidade de alunos para se trabalhar a metodologia PBL.
(CARVALHO, 2021, p.83)

Nesse estudo de caso é possível observar que o autor utiliza o relato dos participantes como instrumento avaliativo, ou seja, avaliou a compreensão dos estudantes sobre os objetos de conhecimento de física e matemática mediante a expressão oral dos alunos, como verificamos nos trechos:

Enquanto criavam os gráficos, os alunos perceberam que a reta tem o significado de o carro não sair do ponto de origem. Diante disso, eles chegaram à conclusão e foram nos relatando o seguinte [...]
(CARVALHO, 2021, p. 85)

Através da observação participante e, anotamos alguns comentários de alguns estudantes, o que nos permitiu verificar que a criação dos gráficos facilitou com que os alunos pudessem entender o que eles eram ensinados em sala de aula e visto nos livros didáticos sobre a temática de função afim e movimento retilíneo uniforme.
(CARVALHO, 2021, p. 87)

De forma análoga a ocorrida no estudo de caso com os alunos da robótica de Porto Feliz no experimento de Geisla, os alunos puderam utilizar da estratégia da tentativa, erro e ajustes, o que não configura uma avaliação tradicional, com a verificação de se o aluno sabe ou não determinado conteúdo ou procedimento, nessa situação podemos proporcionar a execução de uma das competências gerais da Educação básica:

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
(Competências Gerais da Educação BNCC, Brasil, 2008, p. 9)

Serviu também para que pudessem compreender o processo de utilização educacional no recinto escolar, programar o robô, verificar a execução, analisar o comportamento, reparar os erros e realizar novos testes, até que as atividades fossem executadas por eles.
(CARVALHO, 2021, p. 90)

Também nas Considerações Finais é possível ler o registro de "alguma forma" realizar a avaliação da aprendizagem de objetos de conhecimento de matemática e física nas aulas de robótica educacional.

"Com a sequência didática foi possível perceber dificuldades de aprendizagem dos educandos. Nesse sentido, sugerimos reforçar o conteúdo assim que o educador captar algum problema tal qual propor atividades que atraiam o discente a ir em busca do aprofundamento dos conceitos teórico-práticos para resolver os problemas apontados."
(CARVALHO, 2021, p. 105)

5 RESULTADOS

Foram seis os objetivos específicos que nortearam essa pesquisa.

O primeiro foi: Avaliar o desempenho de competências e habilidades de matemática durante a aplicação de atividades nas aulas de robótica e classificar a aprendizagem conforme Modelo de Aprendizagem de Geometria de Van Hiele. Sobre isso, as conclusões que tivemos são que os estudantes conseguem aplicar adequadamente o que foi exigido para fazer o projeto que desejam funcionar, mas isso não representa uma preocupação com o aprofundamento de coisas como o vocabulário da matemática, as propriedades ou os cálculos elaborados. E a avaliação fica um tanto aberta porque conseguimos ver que preferem fazer as ações em grupo, explorando as facilidades que cada um tem. Além disso, como o objetivo é fazer o robô (ou outro projeto que estão montando) funcionar, fica complicado distinguir se tiveram domínio dos conhecimentos matemáticos ou físicos para resolver os empecilhos ou se resolveram somente pela tentativa e erro e nada absorveram.

Para verificar essa última questão, desenvolvemos uma atividade no Scratch que utilizava coordenadas cartesianas, sentido, direção, giros e ângulos, que é um conteúdo do currículo de anos anteriores, depois aplicamos uma atividade escrita. Analisando as atividades escritas percebemos que os estudantes demonstraram desempenho satisfatório sobre as noções dos componentes eletrônicos e domínio básico sobre a identificação de pontos no Plano Cartesiano. Os estudantes também demonstraram dificuldades na atividade escrita. Dentre as dificuldades estavam: posicionar o transferidor para medir o ângulo; selecionar o valor correto do ângulo no transferidor; realizar a identificação de pontos cujos eixos coordenados representavam altura e idade. Porém, devido à simplicidade do objeto de estudo, acreditei que a avaliação retornaria somente resultados satisfatórios e que não haveria necessidade de aulas adicionais, por isso não as reservei e o calendário das aulas de 2022 ficou estreito para a realização de intervenções.

Com inspiração na pirâmide de Glasser que aponta a retenção de 90% do conhecimento quando o aprendiz ensina a outros, cogitamos uma forma dos estudantes ensinarem os itens que gostaríamos de avaliar (montagem do carrinho, definição de ângulo, medição e construção). Com o retorno das aulas em 2023, montamos um jogo para aplicar num quinto ano. Eles desenrolaram bem a montagem do carrinho, da estrutura do jogo e dos cartões de ângulos. No momento da aplicação da atividade no quinto ano, alguns alunos confirmaram os aspectos matemáticos que deveriam explicar para a turminha. Então entendemos que, podem ter

montado toda a estrutura da apresentação pela tentativa e erro e sentiram necessidade de realmente entender mais a fundo a matemática quando foram desafiados a explicá-la.

Sobre a classificação da aprendizagem dos alunos conforme o Modelo de Van Hiele podemos situar como Nível 1 e Fase 2. O nível 1 devido a observarem as figuras e objetos isoladamente. Por utilizarem vocabulário básico, sem uso de propriedades e realizarem descrições pelos aspectos físicos e posição no espaço. Na fase 2 porque o estudo parte do professor colocando os alunos em situações para explorar o assunto através de materiais ordenados e cada atividade estar voltada para que os alunos deem respostas específicas. A classificação indicada conforme análise das atividades das figuras 17 a 24.

Os segundo e terceiro objetivos dessa pesquisa são: Descrever como o desempenho das competências e habilidades de matemática foram identificadas durante as aulas nesse Estudo de Caso e; verificar a possibilidade de desenvolver um instrumento avaliativo para aplicação num grupo de 30 alunos para analisar a aprendizagem de conceitos matemáticos utilizando a Robótica Educacional. Nesse sentido: elaboramos questões, exercícios, observamos a fala deles. Como as aulas foram mais direcionadas para a explicação dos componentes eletrônicos, das ligações, da programação, dos ajustes e testes, dos recortes, colagens e montagens dos materiais de papelaria e sucata, realmente não foi possível cobrar um domínio de cálculo ou o desenvolvimento de algum rigor matemático no registro da resolução de um problema.

É possível observar o ganho de repertório individual para o raciocínio lógico que as atividades nas aulas de robótica lhes proporcionam para a interpretação de um problema, porém parece não ser possível desenvolver um instrumento avaliativo que se possa aplicar em pequena ou média quantidade de estudantes, que exponha dados de aprendizagem com segurança para divulgação e/ou intervenção coletiva, considerando que durante o estudo participaram até a metade da quantidade de alunos de uma turma regular. É possível avaliá-los observando suas atitudes nas realizações das atividades, quando se atentam a fazer algo de determinada forma explicando para o colega a antecipação de um problema. Ou descartando a explicação do colega e mostrando a forma que acha que resolve, e testando para buscar outro jeito. Observações possíveis numa turma com poucos estudantes.

O quarto objetivo que norteou essa pesquisa foi: verificar qual tendência pedagógica (dentre as descritas por José Carlos Libâneo), as aulas de robótica melhor se identificam. Por simpatia pessoal, gostaria que os estudantes tivessem espaço para pesquisar, expor seus dados aos demais, democraticamente escolher e construir os projetos que desejassem. Que identificassem

uma necessidade ou dificuldade durante alguma ação do dia a dia e quisessem desenvolver um dispositivo para facilitar ou promover conforto para pessoas nessa situação, visando promover melhoras sociais. Durante os dois anos de aplicação de atividades de robótica, não houve empenho em desenvolvimento de projeto sugerido pelos estudantes. Bastou a essa turma seguir as propostas da docente sem contestações ou escolher entre as opções sugeridas porque ou os estudantes não falaram ou tiveram ideias inaplicáveis por falta financeira para adquirir o material necessário ou carência de conhecimentos para acompanhar o projeto que era muito elaborado. Acreditamos que o ocorrido no estudo de caso de Porto Feliz não se aproxima de um modelo pedagógico isolado. Durante a aplicação, utilizamos aspectos de quase todos os modelos pedagógicos citados por José Carlos Libâneo, exceto a Não-diretiva. De cada tendência pedagógica estudada nos alinhamos com:

Tradicional- O papel da escola é a preparação intelectual e moral dos alunos; os conteúdos são os conhecimentos e valores sociais acumulados pelas gerações adultas; usa no método de ensino exposição verbal da matéria e/ou demonstração.

Renovada-progressista- À escola cabe suprir as experiências que permitam ao aluno educar-se; usa no método de ensino o "aprender fazendo". Valorizam-se as tentativas experimentais, a pesquisa, a descoberta, o estudo do meio natural e social, o método de solução de problemas. Acentua-se a importância do trabalho em grupo.

Tecnicista- Os métodos de ensino consistem nos procedimentos e técnicas necessárias ao arranjo e controle das condições ambientais que assegurem a transmissão/recepção de informações; os relacionamentos professor-aluno são relações estruturadas e objetivas, com papéis definidos: o professor administra as condições para atingir os resultados da aprendizagem; o aluno recebe, aprende e fixa as informações. A comunicação professor-aluno tem sentido unicamente técnico para garantir o sucesso na transmissão do conhecimento.

Libertadora- A educação questiona concretamente a realidade das relações do homem com a natureza e com os outros homens, visando a uma transformação - daí ser uma educação crítica; A forma de trabalho educativo é o "grupo de discussão", a quem cabe autogerir a aprendizagem, definindo o conteúdo e a dinâmica das atividades.

Libertária- Há liberdade na relação professor-aluno no sentido de que o professor se põe a serviço do aluno, o orienta e reflete em conjunto. Tanto o aluno pode se recusar a participar de uma tarefa quanto o professor de responder a uma pergunta; como pressuposto da

aprendizagem, a motivação é o interesse em crescer convivendo num grupo, supondo que o grupo possibilita a cada um dos membros a satisfação de suas aspirações e necessidades.

Crítico-social dos Conteúdos- A atuação da escola consiste na preparação do aluno para o mundo adulto e suas contradições, fornecendo-lhe um instrumental, por meio da aquisição de conteúdos e da socialização, para uma participação organizada e ativa na democratização da sociedade; como pressuposto da aprendizagem acredita-se que o conhecimento novo se apoia numa estrutura cognitiva já existente ou provida pelo professor.

Devido à existência de inúmeros trabalhos falando positivamente da robótica no ensino de Matemática, ficamos inseguros de escrever, em termos de conclusões, somente o que foi observado no estudo de caso inicial, pois poderia ser que não conseguimos achar um jeito de avaliar e escrever isso. Por isso pensamos em observar e acrescentar o que outros fizeram.

Então, embora este trabalho tenha como tema a avaliação, e nossa pesquisa bibliográfica inicial para a elaboração do Projeto de Pesquisa apontou carência de produtos educacionais em Dissertações e Teses com o tema “Instrumento Avaliativo”, realizamos nessa etapa outro rastreamento após a reflexão de que os trabalhos de tema “ensino” buscam como resultado a “aprendizagem” e a aprendizagem é verificada por algum meio. Dessa forma, com essa pesquisa bibliográfica tivemos o objetivo de investigar como estão registradas nas pesquisas com palavras-chave” ensino de matemática”, robótica educacional” e “estudo de caso”, os indícios sobre a verificação da aprendizagem, porque surgiu a hipótese de que ocorre pela observação e pela oralidade do grupo (sendo difícil individualizar), e os objetos do conhecimento que os autores mencionam nos textos.

O quinto objetivo desse estudo foi: Rastrear em Dissertações os conteúdos Matemáticos abordados nas pesquisas envolvendo Matemática e Robótica Educacional. Durante a leitura identificamos objetos de conhecimento de Matemática e de Física.

Os objetos do conhecimento presentes nos três textos estudados são:

- Números racionais e conversões (medir o comprimento da roda, para programar a quantidade de giros da roda para o robô percorrer um percurso);
- Números inteiros (cálculo simples para decidir qual caminho percorrer na competição para atingir mais pontos).
- Média aritmética (no cálculo das notas dos participantes na competição).
- Ângulos

- Lei de Ohm:
- Lei de Pouillet
- Componentes: transistor, resistor, led, LDR
- Resolução de equações de primeiro grau e gráficos de funções lineares
- Conversão de unidades de medida
- MRU-movimento retilíneo uniforme
- Função afim.

O último objetivo desse estudo foi: Identificar o modo utilizado pelos pesquisadores para verificar o desempenho da aprendizagem dos educandos nesses tópicos durante o desenvolvimento da robótica educacional. Sobre esse objetivo, as três pesquisas analisadas indicam que o acompanhamento da aprendizagem ocorre a maioria pela observação, conversas, entrevistas, questões com múltipla escolha, questões dissertativas e exposição oral dos alunos. Observamos que a identificação do desempenho da aprendizagem aplicadas nos textos tiveram um viés de diagnóstico e registro. Os pesquisadores não citam ações posteriores para melhorar os desempenhos apresentados como sugere Cipriano Carlos Luckesi, ou para acompanhar e guiar a aprendizagem dos estudantes como menciona Jussara Hoffman.

Sobre as maneiras de identificação da aprendizagem, em Campeonatos de Robótica na escola; Constituição de um ambiente de aprendizagem, de Brythnner Monteiro Delfino, 2017 identificamos o uso de entrevista; escrita dissertativa para a expressão do entendimento do programa e a exposição oral do conteúdo pesquisado para os jurados da competição. Em “Robótica Educacional Livre no 9º ano do Ensino Básico: Uma trilha de implementação de Robótica com Arduino para o Ensino de Física e Matemática”, de Marcelo Pires da Silva, 2021 foram utilizados: entrevista; observação (dos modos que os alunos relatam os cálculos que fizeram mentalmente; e pela conclusão dos próprios estudantes sobre quem sabe e quem não sabe) e material escrito. Em “Robótica no ensino aprendizagem de Física e Matemática no Ensino Fundamental I”, de Geisla Aparecida de Carvalho, 2021 identificamos o uso de questionário com questões de múltipla escolha e dissertativas e observação dos desempenhos durante a aplicação da Sequência Didática.

Concluimos o estudo, deixando como sugestão, a elaboração e aplicação de um plano de aulas que considere os Instrumentos Avaliativos indicados nesse trabalho, tempo hábil para

interferências e orientações para a promoção da aprendizagem dos estudantes visando o avanço até o nível 5, fase 5 de um tópico de geometria aplicando a Robótica Educacional.

ANEXOS

Anexo 1: Coordenadas dos estabelecimentos de nosso bairro

Nome completo: Data:



Observe o recorte do mapa de Porto Feliz.

Visualize a localização de cada estabelecimento e escreva as coordenadas cartesianas:

- | | |
|--|--|
| a) Recanto três irmãos | e) Bar o Mauro |
| b) Quadra de Esportes Jardim Vante | f) Comunidade Nossa Senhora da Ponte |
| c) Panificadora Jardim Vante | g) Restaurante Avaranda |
| d) EMEF Prof.ª Vilma Fernandes Antônio | h) Moon Store |

Anexo 2: Ângulos formados no tiro ao alvo

Nome: Data:

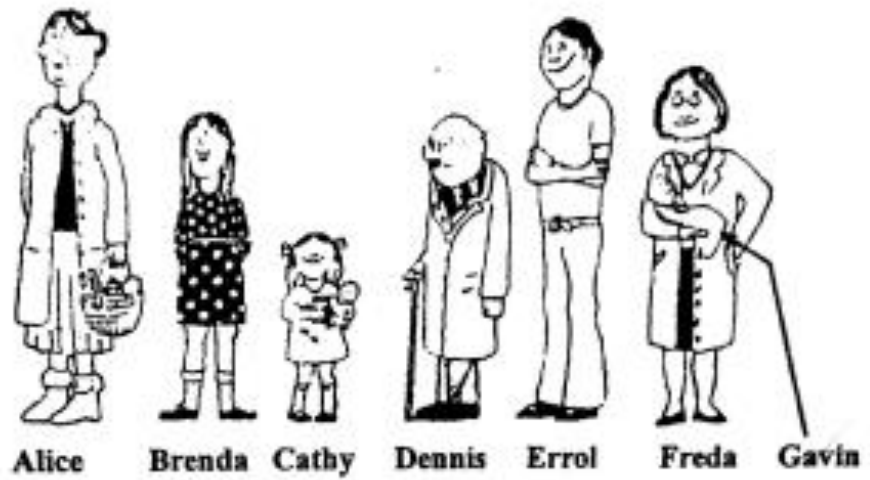
Vamos medir os ângulos?



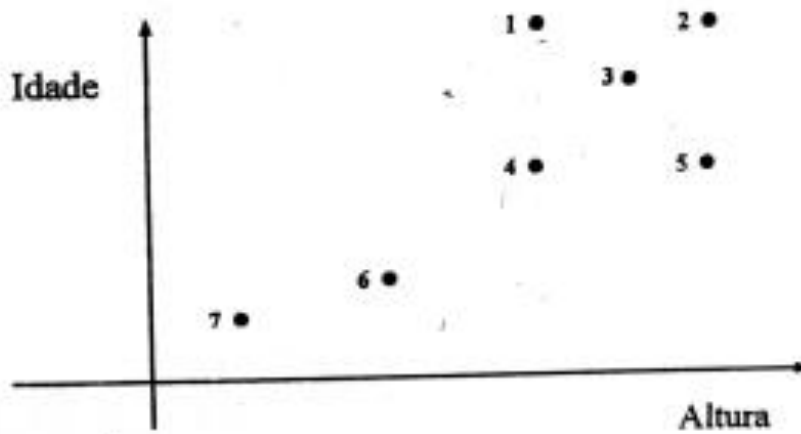
Anexo 3: Coordenadas Altura x idade

1.2.1- A Fila de Ônibus

Cada ponto do gráfico abaixo representa uma das seguintes pessoas.



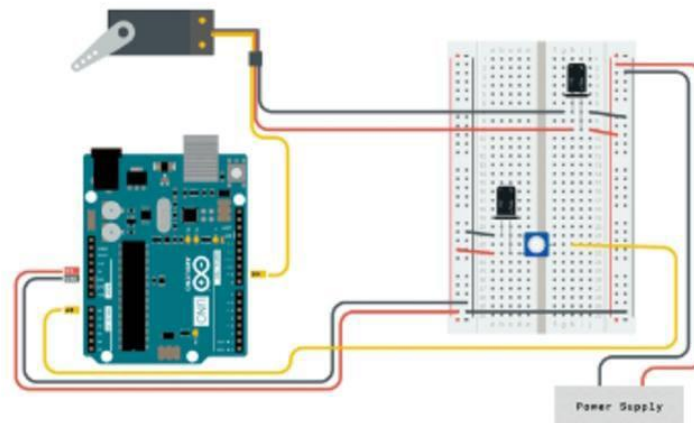
Associe cada ponto à pessoa correspondente.



Anexo 4: Exemplo programação servo-motor

Sweep Circuit

For the **Sweep** example, connect the servo motor as shown in the circuit below.



The Sweep Circuit.

Sweep.ino

```

/* Sweep
  by BARRAGAN <http://barraganstudio.com>
  This example code is in the public domain.

  modified 8 Nov 2013
  by Scott Fitzgerald
  http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Sweep
  */

#include <Servo.h>

Servo myservo;  // create servo object to control a servo
// twelve servo objects can be created on most boards

int pos = 0;    // variable to store the servo position

void setup() {
  myservo.attach(9);  // attaches the servo on pin 9 to the servo object
}

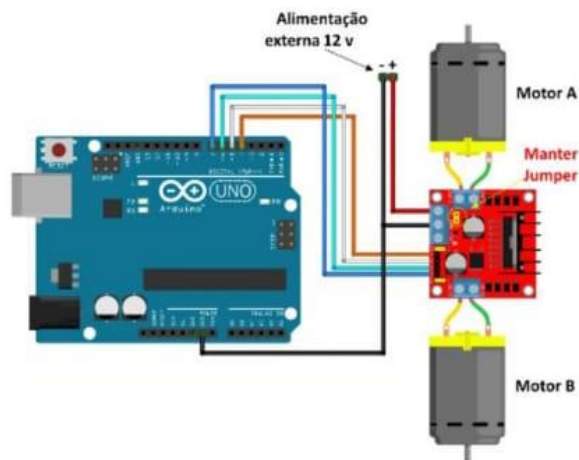
void loop() {
  for (pos = 0; pos <= 180; pos += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees
    // in steps of 1 degree
    myservo.write(pos);              // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(15);                       // waits 15ms for the servo to reach the position
  }
  for (pos = 180; pos >= 0; pos -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees
    myservo.write(pos);              // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(15);                       // waits 15ms for the servo to reach the position
  }
}

```

Fonte: <https://docs.arduino.cc/learn/electronics/servo-motors/>

Anexo 5: Exemplo programação motor liga- desliga

Conectando Ponte H ao Arduino:



```

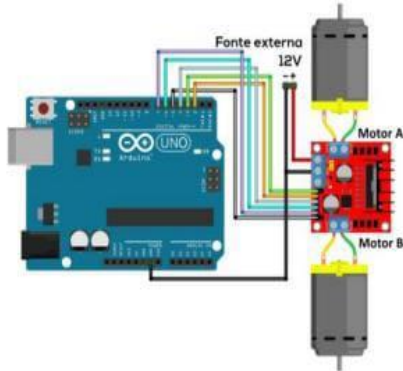
1 //Programa : Controle 2 motores DC usando Ponte H L298N
2 //Autor : MakerHero
3
4 //Definicoes pinos Arduino ligados a entrada da Ponte H
5 int IN1 = 4;
6 int IN2 = 5;
7 int IN3 = 6;
8 int IN4 = 7;
9
10 void setup()
11 {
12     //Define os pinos como saída
13     pinMode(IN1, OUTPUT);
14     pinMode(IN2, OUTPUT);
15     pinMode(IN3, OUTPUT);
16     pinMode(IN4, OUTPUT);
17 }
18
19 void loop()
20 {
21     //Gira o Motor A no sentido horario
22     digitalWrite(IN1, HIGH);
23     digitalWrite(IN2, LOW);
24     delay(2000);
25     //Para o motor A
26     digitalWrite(IN1, HIGH);
27     digitalWrite(IN2, HIGH);
28     delay(500);
29     //Gira o Motor B no sentido horario
30     digitalWrite(IN3, HIGH);
31     digitalWrite(IN4, LOW);
32     delay(2000);
33     //Para o motor B
34     digitalWrite(IN3, HIGH);
35     digitalWrite(IN4, HIGH);
36     delay(500);
37
38     //Gira o Motor A no sentido anti-horario
39     digitalWrite(IN1, LOW);
40     digitalWrite(IN2, HIGH);
41     delay(2000);
42     //Para o motor A
43     digitalWrite(IN1, HIGH);
44     digitalWrite(IN2, HIGH);
45     delay(500);
46     //Gira o Motor B no sentido anti-horario
47     digitalWrite(IN3, LOW);
48     digitalWrite(IN4, HIGH);
49     delay(2000);
50     //Para o motor B
51     digitalWrite(IN3, HIGH);
52     digitalWrite(IN4, HIGH);
53     delay(500);
54 }

```

Fonte: <https://www.makerhero.com/blog/motor-dc-arduino-ponte-h-l298n/>

Anexo 6: Exemplo de Programação motor controle de velocidade

Mãos à obra – Controle de velocidade com Módulo Ponte H L298N – Arduino



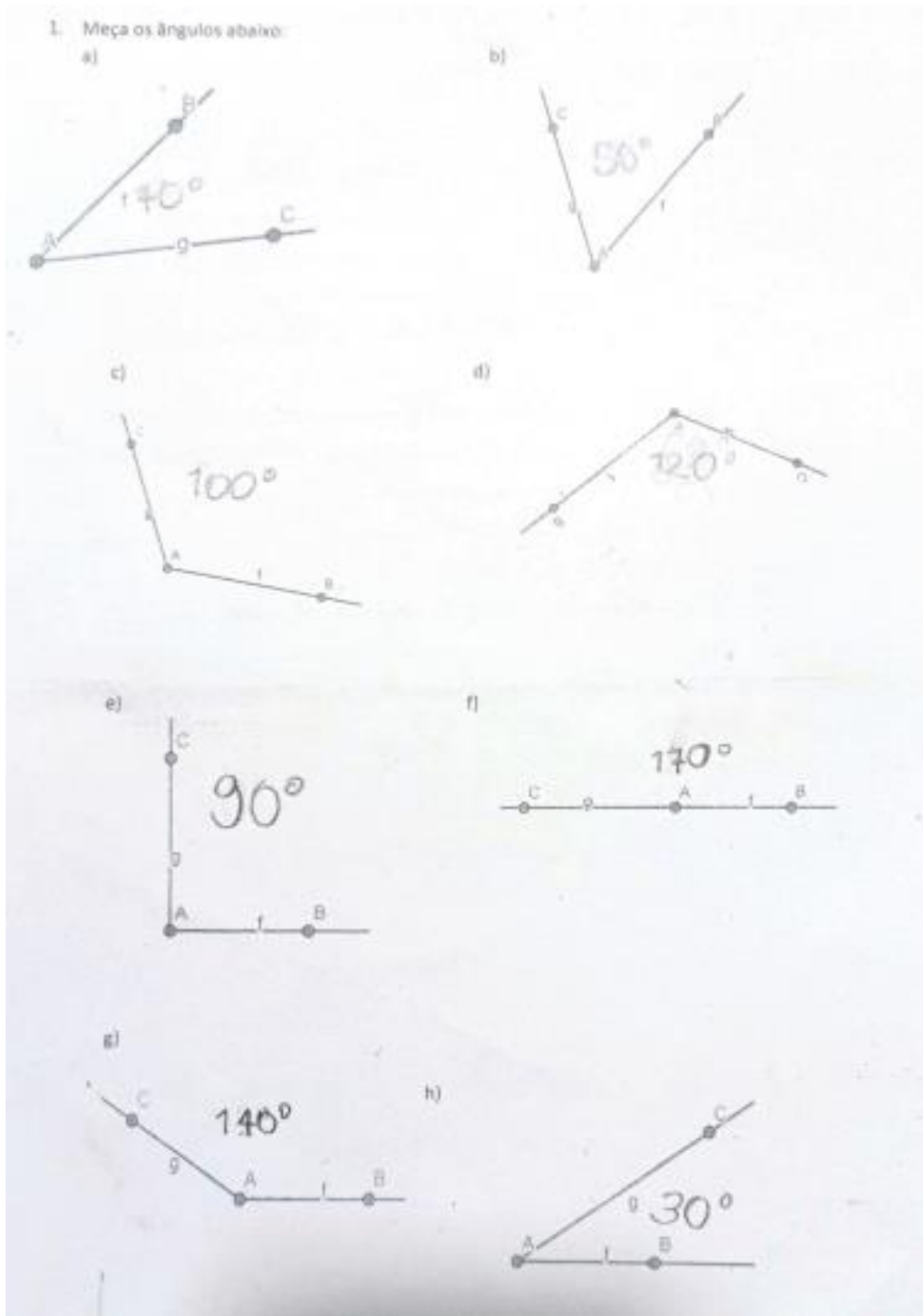
```

1.  /*Pinagem do arduino*/
2.
3.  //motor_A
4.  int IN1 = 2 ;
5.  int IN2 = 4 ;
6.  int velocidadeA = 3;
7.
8.  //motor_B
9.  int IN3 = 6 ;
10. int IN4 = 7 ;
11. int velocidadeB = 5;
12.
13. //variavel auxiliar
14. int velocidade = 0;
15.
16. //Inicializa Pinos
17. void setup(){
18.   pinMode(IN1,OUTPUT);
19.   pinMode(IN2,OUTPUT);
20.   pinMode(IN3,OUTPUT);
21.   pinMode(IN4,OUTPUT);
22.   pinMode(velocidadeA,OUTPUT);
23.   pinMode(velocidadeB,OUTPUT);
24. }
25.
26. void loop(){
27.
28.  /*Exemplo de velocidades no m
29.
30.  //Sentido 2
31.  digitalWrite(IN1,HIGH);
32.  digitalWrite(IN2,LOW);
33.
34.  //Alta
35.  analogWrite(velocidadeA,230);
36.
37.  //Intermediaria
38.  analogWrite(velocidadeA,150);
39.
40.  //Baixa
41.  analogWrite(velocidadeA,80);
42.
43.  /*Exemplo de variacao de velocidade no motor
44.
45.  //Sentido 2
46.  digitalWrite(IN3,HIGH);
47.  digitalWrite(IN4,LOW);
48.
49.  //velocidade de 0 a 255
50.  while (velocidade < 255){
51.   analogWrite(velocidadeB,velocidade);
52.   velocidade = velocidade + 10;
53.   delay(50);
54.  }
55.  //velocidade de 255 a 0
56.  while (velocidade > 0){
57.   analogWrite(velocidadeB,velocidade);
58.   velocidade = velocidade - 10;
59.   delay(50);
60.  }
61.  }

```

Fonte: <https://portal.vidadesilicio.com.br/ponte-h-l298n-controle-velocidade-motor/>

Anexo 7: Atividade Estudo de Ângulos, resolvida por estudante do 5º ano A



Anexo 8:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA ACADÊMICO-CIENTÍFICA

Prezado Senhor Diretor da EMEF [REDACTED],

Solicitamos autorização para realização de uma pesquisa integrante da Dissertação de Mestrado, da acadêmica: Aline Regina dos Santos, orientada pelo Professor Doutor Sadao Massago, tendo como título preliminar "Uma aplicação da Avaliação em Matemática sob a perspectiva de Carlos Cipriano Luckesi com recursos da Robótica Educacional numa pedagogia crítico-social dos conteúdos".

O objetivo geral da pesquisa é analisar a aplicação de um instrumento avaliativo de Matemática através da robótica.


Os objetivos específicos são: descrever o processo de construção da avaliação, aplicação, interpretação e intervenções advindas da aplicação dos conceitos teóricos elencados.


A coleta de dados será feita por meio de observação, fotografias e gravação de áudio e vídeo das aulas do Projeto Conexão Digital Turma manhã durante os meses de novembro e dezembro de 2022. Os dados serão utilizados de maneira anônima para a escrita da dissertação e artigos científicos.

A presente atividade é requisito para a conclusão do Curso do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de São Carlos_ UFSCar – Câmpus Sorocaba

Agradecemos a atenção e nos colocamos ao inteiro dispor para melhores esclarecimentos.


Sorocaba, 01 de outubro de 2022.


Acadêmica Aline Regina dos Santos


Professor Orientador Sadao Massago

Deferido

Indeferido ()


Assinatura e carimbo

Anexo 9:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

CONVITE PARA PARTICIPAÇÃO DE PESQUISA ACADÊMICO-CIENTÍFICA

Prezado(a) _____

Você está convidado a participar das atividades que fazem parte de uma pesquisa integrante da Dissertação de Mestrado da acadêmica: Aline Regina dos Santos, orientada pelo Professor Doutor Sadao Massago, tendo como título preliminar “**Uma aplicação da Avaliação em Matemática sob a perspectiva de Carlos Cipriano Luckesi com recursos da Robótica Educacional numa pedagogia crítico-social dos conteúdos**”.

A metodologia inclui a realização de programação em softwares instalados em micro-computadores coletivamente e individualmente. Inclui a revisão de conteúdos da disciplina de Matemática aplicadas à programação. Posteriormente será convidado a realizar uma avaliação reproduzindo os encaminhamentos realizados em aula.

A coleta de dados será feita por meio de observação, fotografias e gravação de áudio e vídeo das aulas do Projeto Conexão Digital Turma manhã durante os meses de novembro e dezembro de 2022. Os dados serão utilizados de maneira anônima para a escrita da dissertação e artigos científicos.

Eu, _____ RG _____ autorizo a participação do aluno _____ na pesquisa acadêmico- científica.

- () Quero participar
() Não quero participar

Assinatura do aluno

Assinatura do responsável

Porto Feliz, 26 de outubro de 2022

REFERÊNCIAS

- ADAMI, Anna. Lego Mindstorms. **Infoescola**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/tecnologia/lego-mindstorms/> acesso em: 01/11/2023
- AVALIAÇÃO da aprendizagem- Cipriano Luckesi, 2012. 1 vídeo (19:06 min). Publicado pelo canal SM Educação. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JqSRs9Hqgtc> acesso em: 27/09/2022
- BABOS, Flávio. Ponte H L298N Arduino: Como usar Arduino Uno (+projeto de exemplo). Disponível em: <https://flaviobabos.com.br/ponte-h-arduino/> acesso em: 24/02/2024
- BARBOSA, Fernando da Costa. **Rede de aprendizagem em robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens**. 2016. 366 f. Tese (Doutor em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018
- BRAZ, Jussara Elizandra. **A robótica educacional no ensino- aprendizagem da matemática na educação básica: metassíntese qualitativa de pesquisas brasileiras entre 2007 e 2017**. 2019. 65 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.
- CARVALHO, Geisla Aparecida de. **Robótica no ensino aprendizagem de Física e Matemática no Ensino Fundamental I**. 2021. 155 f. Dissertação (Mestrado)_ Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Uberlândia, 2021.
- DELFINO, Brythnner Monteiro. **Campeonatos de robótica na escola. Constituição de um ambiente de aprendizagem**. 2017. 145 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação)-
- FAERBER, Nils. O robô Nao Humano. **Linux Magazine**, ago. 2012. Disponível em: <https://www.robotlab.com/hubfs/Artigo%20Rob%C3%B4%20NAO.pdf> acesso em: 01/11/2023
- FAUZA, Michel Jalil. **R.U.R. (Rossum's Universal Robots) e a gênese do robô na literatura moderna**. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo [organizado por]. **Métodos de pesquisa**. 2009. 120 p. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2009 Disponível em: <https://www.idea.ufscar.br/arquivos/metodologia/delineamentos/pdf-gerhardt-e-silveira-2009-metodos-de-pesquisa.pdf>
- GESSER, Gabriel José. **Estado da arte das pesquisas em robótica educacional no ensino de matemática**. 2022. 125 p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

HOFFMANN, Jussara Maria Lerch. **Avaliação: Mito e desafio. Uma perspectiva construtivista.** 15.ed. Porto Alegre, RS: Educação e Realidade Revistas e Livros, 1994.

HOFFMANN, Jussara Maria Lerch. **Avaliar: respeitar primeiro, educar depois.** 2.ed. Porto Alegre, RS: Mediação, 2010.

LIBÂNEO José Carlos, **Tendências pedagógicas dos professores das escolas públicas de São Paulo**, Tese de Mestrado, PUC- SP, 1982.

LUCKESI, Cipriano Carlos, **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições-** 4 ed_ São Paulo: Cortez, 1996.

MALIUKY, Karina Disconsi. **Robótica Educacional como cenário investigativo nas aulas de Matemática.** 2009. 91 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

RESNICK, Mitchel. Behavior construction kits. **Communications of the ACM:** Epistemology and Learning Group The Media Laboratory Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, v. 36, n. 7, jul. 1993. Disponível em: <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/BCK/BCK> acesso em 01/11/2023

SILVA, Marcelo Pires da. **Robótica educacional livre no 9º ano de Ensino Básico:** uma trilha de implementação de robótica com Arduino para o ensino de Física e Matemática. 2021. 184 f. Dissertação (Mestrado)_ Programa de pós-graduação em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2021.

SILVA, Luciana; CANDIDO, Cláudia Cueva . **Modelo de aprendizagem de geometria do casal Van Hiele.** In: III Simpósio de Iniciação Científica e Pós-Graduação, IMEUSP, 2007, São Paulo. Atas do III Simpósio de Iniciação Científica e Pós-Graduação - IMEUSP, 2007.

SOUZA, Marta João Francisco Silva; MELO, Tattiana Fernandes de Oliveira; VILELA, Lydianne Gomes de Assis Ferreira; RIBEIRO, Elina Assis de Lima; DIOGO, Rodrigo Claudino; GUIMARÃES, Cláudia Sampaio. **Análise dos produtos de programas de mestrado profissional:** um recorte envolvendo o ensino de matemática na região Sul do Brasil. *In:* X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS_ X ENPEC, 11., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...].** Águas de Lindóia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás- Câmpus Jataí, 24-27 nov, 2015.

TORELLA, Maria. Arduino ou Raspberry Pi: Qual escolher? **Lobo da Robótica** Disponível em: <https://lobodarobotica.com/blog/arduino-ou-raspberry-pi-qual-escolher/> acesso em: 02/11/2023