

Campus Nilópolis

Programa de Pós-graduação
Stricto Sensu em Ensino de
Ciências

André Luís Nunes

**Videoanálise de
experimentos com
pluviômetros associada
à metodologia de
instrução por colegas:
uma sequência didática
para o ensino de
geometria**

Nilópolis
2024

ANDRÉ LUÍS NUNES

**VIDEOANÁLISE DE EXPERIMENTOS COM PLUVIÔMETROS ASSOCIADA À
METODOLOGIA DE INSTRUÇÃO POR COLEGAS: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
PARA O ENSINO DE GEOMETRIA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências do *Campus* Nilópolis do Instituto Federal do Rio de Janeiro, modalidade profissional, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Professor Titular Dr. Vitor Luiz Bastos de Jesus

NILÓPOLIS - RJ

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

CIP - Catalogação na Publicação

N972v Nunes, André Luís

Videoanálise de experimentos com pluviômetros associada à metodologia de instrução por colegas: uma sequência didática para o ensino de geometria / André Luís Nunes - Nilópolis, 2024.
183 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Vitor Luiz Bastos de Jesus.

Dissertação - (mestrado), Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Campus Nilópolis, 2024.

1. Física experimental. 2. Pluviômetros. 3. Geometria. 4. Sequências didáticas. 5. Ensino - Metodologia. I. Jesus, Vitor Luiz Bastos de, **orient.** II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. III. Título

Elaborado pelo Módulo Ficha Catalográfica do Sistema Intranet do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
- Campus Volta Redonda e Modificado pelo Campus Nilópolis/LAC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Bibliotecária: Josiane B. Pacheco CRB-7/4615

André Luís Nunes

**VIDEOANÁLISE DE EXPERIMENTOS COM PLUVIÔMETROS ASSOCIADA
A METODOLOGIA DE INSTRUÇÃO POR COLEGAS: UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA PARA O ENSINO DE GEOMETRIA.**

Dissertação apresentada ao Instituto
Federal do Rio de Janeiro, como
requisito parcial para obtenção do título
de Mestre em Ensino de Ciências.

Aprovado em 25/11/2024.

Banca Examinadora



Documento assinado digitalmente
VITOR LUIZ BASTOS DE JESUS
Data: 25/11/2024 11:58:02-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Professor Dr. Vitor Luiz Bastos de Jesus - (Orientador)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)



Documento assinado digitalmente
DENISE LEAL DE CASTRO
Data: 25/11/2024 12:10:46-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Professora Dra. Denise Leal de Castro - (Membro Interno)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)



Documento assinado digitalmente
ANTONIO CARLOS FONTES DOS SANTOS
Data: 25/11/2024 09:52:14-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Professor Dr. Antônio Carlos Fontes dos Santos - (Membro Externo)
Universidade Federal do Rio de Janeiro – (UFRJ)

AGRADECIMENTOS

À Profa. doutoranda Taysa da Silveira Chrysostomo, esposa, exemplo de dignidade, inteligência, sabedoria, força, amizade e apoio em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Vitor Luiz Bastos de Jesus, pelas valiosas sugestões, paciência e confiança depositadas na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Alexandre Lopes de Oliveira, pela liderança inspiradora, pela generosidade em compartilhar seu conhecimento e por todo o apoio oferecido ao longo desta jornada.

À Profa. Dra. Denise Leal de Castro, pela paciência e pelas críticas construtivas e por sempre me encorajar a seguir em frente.

Aos meus colegas e amigos do grupo de pesquisa do mestrado do IFRJ, que se tornaram minha família ao longo deste percurso, pela amizade, apoio e incentivo em cada etapa.

A toda equipe gestora do Colégio Estadual Olavo Bilac, por tornarem possível o acesso aos recursos necessários para a realização deste trabalho, sempre com prontidão e gentileza.

À equipe administrativa do Colégio Estadual Olavo Bilac, em especial Rick, pela ajuda na organização e pela paciência por me aguardar ser último professor a sair da escola.

A minha família, que sempre acreditou no meu potencial e me encorajou a perseguir meus sonhos, especialmente meus pais, Evaldina e Luiz, por seu amor e apoio incondicionais e aos meus filhos Maria, Pedro e Dandara por serem o meu alicerce e minha maior fonte de força.

À Andreia, minha irmã, por me lembrar sempre de respirar fundo e por nunca me deixar esquecer o lado leve da vida, mesmo nos momentos de maior tensão.

Aos educandos do colégio, que participaram com entusiasmo e dedicação, e que me inspiraram a cada passo deste trabalho com seu interesse e comprometimento. Suas contribuições foram de extrema importância para que este projeto pudesse ser concretizado.

Ao Prof. doutorando Daniel Aparecido Veneri, pela ajuda valiosa na revisão final

deste trabalho, e pela paciência com os detalhes que, para ele, fazem toda a diferença.

A todos, minha gratidão profunda, meu carinho e respeito eternos.

*Nada na vida deve ser temido, apenas compreendido.
Agora é hora de compreender mais, para temer menos.*

Marie Curie

RESUMO

Nesta dissertação, apresentamos uma proposta de trabalho integradora dos conceitos de geometria com a videoanálise de experimentos com pluviômetros artesanais utilizando o *software tracker*, relacionando-o com a prototipagem de pluviômetros (artesanal e robótico), além da simulação de precipitação de chuvas por meio do frasco de Mariotte. O trabalho foi realizado com educandos do segundo ano do ensino médio regular noturno do Colégio Estadual Olavo Bilac, no ano de 2023, sob o delineamento quase-experimental e mediado pela metodologia ativa de Instrução por Colegas (IpC). Além disso, este trabalho foi fundamentado na linha construtivista do conhecimento, sendo mais específico na aprendizagem defendida por Vygotsky na qual é considerada a importância das relações sociais. Isso ratifica uma série de argumentações para o desenvolvimento do conhecimento e, corrobora com o entendimento de que o material também precisa ser significativo. As discussões acerca dos entendimentos e experiências entre os educandos, que foram reagrupados em subgrupos, possibilitaram a avaliação do estudo com relação à eficácia. Ademais, propomos uma sequência de atividades, com o intuito de levar para a Unidade Educacional (UE), um material que potencialize o interesse pela ciência em nosso educando, mantendo uma preocupação com as questões sobre o meio ambiente. Na sequência didática, estão descritas uma série de atividades como a implementação e utilização de pluviômetros desenvolvidos pelos próprios educandos. A análise dos dados foi realizada sob a ótica do ganho, sob o viés de uma análise quantitativa, em que foram utilizados o pré-teste e pós-teste, em um delineamento quase-experimental. Os resultados nos mostram que essa abordagem contribuiu para uma aprendizagem significativa dos estudantes, evidenciando que obtiveram uma evolução do seu próprio conhecimento após as atividades.

Palavras-chave: videoanálise, prototipagem, geometria, instrução pelos colegas, materiais manipuláveis.

ABSTRACT

In this dissertation, we present a work proposal that integrates the concepts of geometry with the video analysis of experiments with handmade rain gauges using the tracker software, relating it to the prototyping of rain gauges (handmade and robotic), in addition to the simulation of rainfall using the bottle of Mariotte. The work was carried out with students in the second year of regular evening high school at Colégio Estadual Olavo Bilac, in the year 2023, under a quasi-experimental design and mediated by the active Peer Instruction (IpC) methodology. Furthermore, this work was based on the constructivist line of knowledge, being more specific in the learning advocated by Vygotsky in which the importance of social relationships is considered. This confirms a series of arguments for the development of knowledge and corroborates the understanding that the material also needs to be meaningful. Discussions about understandings and experiences among students, who were regrouped into subgroups, made it possible to evaluate the study in relation to effectiveness. Furthermore, we propose a sequence of activities, with the aim of bringing to the Educational Unit (UE), material that enhances the interest in science in our students, while maintaining a concern with issues about the environment. In the didactic sequence, a series of activities are described, such as the implementation and use of rain gauges developed by the students themselves. Data analysis was carried out from the perspective of gain, under the bias of a quantitative analysis, in which the pre-test and post-test were used, in a quasi-experimental design. The results show us that this approach contributed to significant student learning, showing that they improved their own knowledge after the activities.

Keywords: video analysis, prototyping, geometry, peer instruction, manipulative materials.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Municípios com ocorrência de seca entre 2013 e 2017

Figura 2: Municípios com ocorrência de alagamentos entre 2013 e 2017

Figura 3: Fluxograma do processo referente a metodologia IpC

Figura 4: Frasco de Mariotte

Figura 5: Princípio de funcionamento do frasco de Mariotte

Figura 6: Modelo esquemático utilizando o delineamento Série Temporal

Figura 7: Modelo esquemático utilizando o delineamento séries temporais equivalentes

Figura 8: *Tracker* com volume de um cilindro

Figura 9: Três maneiras diferentes de entender o aprendizado de geometria

Figura 10: Imagem da videoanálise do momento em que o reservatório do pluviômetro é preenchido pela precipitação simulada

Figura 11: Comparativo entre a garrafa PET com curvas, o cilindro padrão, e garrafa PET lisa

Figura 12: Introdução à robótica

Figura 13: Introdução à robótica

Figura 14: Introdução à robótica

Figura 15: Desenvolvimento de pluviômetros artesanais

Figura 16: Gravação de vídeos para as videoanálises

Figura 17: Gravação de vídeos para as videoanálises

Figura 18: Gravação de vídeos para as videoanálises

Figura 19: Videoanálise

Figura 20: Videoanálise

Figura 21: Roteiro básico para a importação, calibração e análise do vídeo no *tracker*

Figura 22: Experimentação com o protótipo robótico implementado e manipulado com o Arduino

Figura 23: Experimentação com o protótipo robótico implementado e manipulado com o Arduino

Figura 24: Experimentação com o protótipo robótico implementado e manipulado com o Arduino

Figura 25: Experimentação com o protótipo robótico implementado e manipulado com o Arduino

Figura 26: Pluviômetros com reservatórios não lisos

Figura 27: Pluviômetros com reservatórios não lisos

Figura 28: Imagem da videoanálise do momento em que o reservatório do pluviômetro é preenchido pela precipitação simulada

Figura 29: Gráfico da função afim de outro vídeo analisado por outra turma.

Figura 30: Mudança de status nos nomes

Figura 31: Mudança de status nos nomes

Figura 32: Mudança de status nos nomes

Figura 33: Educandos em resolução de questões da avaliação diagnóstica

Figura 34: Educandos em resolução de questões da avaliação diagnóstica

Figura 35: Cartão *plickers*

Figura 36: Dinâmica com uso dos cartões e *software plickers.com*

Figura 37: Relato de um educando da turma 2009

Figura 38: Relato de um educando da turma 2009

Figura 39: Relato de um educando da turma 2009

Figura 40: Relato de um educando da turma 2009

Figura 41: Relato de um educando da turma 2009

Figura 42: Relato de um educando da turma 2009

Figura 43: Relato de um educando da turma 2009

Figura 44: Relato de um educando da turma 2009

Figura 45: Relato de um educando da turma 2009

Figura 46: Relato de um educando da turma 2009

Figura 47: Relato de um educando da turma 2009

Figura 48: Relato de um educando da turma 2010

Figura 49: Relato de um educando da turma 2010

Figura 50: Relato de um educando da turma 2010

Figura 51: Relato de um educando da turma 2010

Figura 52: Relato de um educando da turma 2010

Figura 53: Relato de um educando da turma 2010

Figura 54: Relato de um educando da turma 2010

Figura 55: Relato de um educando da turma 2010

Figura 56: Relato de um educando da turma 2010

Figura 57: Relato de um educando da turma 2010

Figura 58: Relato de um educando da turma 2011

Figura 59: Relato de um educando da turma 2011

Figura 60: Relato de um educando da turma 2011

Figura 61: Relato de um educando da turma 2011

Figura 62: Relato de um educando da turma 2011

Figura 63: Relato de um educando da turma 2011

Figura 64: Relato de um educando da turma 2011

Figura 65: Relato de um educando da turma 2011

Figura 66: Relato de um educando da turma 2011

Figura 67: Relato de um educando da turma 2011

Figura 68: Relato de um educando da turma 2011

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Plano de atividades

Quadro 2: Estatística referente a turma 2009

Quadro 3: Estatística das questões em pós-teste referente a turma 2009

Quadro 4: Estatística referente a turma 2010

Quadro 5: Estatística das questões em pós-teste referente a turma 2010

Quadro 6: Estatística referente a turma 2011

Quadro 7: Estatística das questões em pós-teste referente a turma 2011

Quadro 8: Resumo dos valores dos ganhos

Quadro 9: Turma 2009 – (QE) em série temporal - primeira aula em IpC - Introdução do conteúdo, apresentação da metodologia (avaliação diagnóstica)

Quadro 10: Turma 2009 – (QE) em série temporal - segunda aula em IpC - matemática, ciência

Quadro 11: Turma 2009 – (QE) em série temporal - terceira aula em IpC - educação matemática, educação ambiental, videoanálise

Quadro 12: Turma 2009 – (QE) em série temporal - quarta aula em IpC - experimentação, videoanálise, matemática

Quadro 13: Turma 2009 – (QE) em série temporal - quinta aula em IpC - ciência, matemática, experimentação (avaliação final)

Quadro 14: Relação entre intervenção e número de questões

Quadro 15: Análise dos resultados dos pré-teste e pós-teste turma 2009

Quadro 16: Turma 2010 – (QE) em série temporal - primeira aula em IpC - Introdução do conteúdo, apresentação da metodologia (avaliação diagnóstica)

Quadro 17: Turma 2010 – (QE) em série temporal - segunda aula em IpC - matemática, ciência

Quadro 18: Turma 2010 – (QE) em série temporal - terceira aula em IpC - educação matemática, educação ambiental, videoanálise

Quadro 19: Turma 2010 – (QE) em série temporal - quarta aula em IpC - experimentação, videoanálise, matemática

Quadro 20: Turma 2010 – (QE) em série temporal - quinta aula em IpC - ciência, matemática, experimentação (avaliação final)

Quadro 21: Análise dos resultados dos pré-teste e pós-teste turma 2010

Quadro 22: Turma 2011 – (QE) em série temporal - primeira aula em IpC -

Introdução do conteúdo, apresentação da metodologia (avaliação diagnóstica)

Quadro 23: Turma 2011 – (QE) em série temporal - segunda aula em IpC - matemática, ciência

Quadro 24: Turma 2011 – (QE) em série temporal - terceira aula em IpC - educação matemática, educação ambiental, videoanálise

Quadro 25: Turma 2011 – (QE) em série temporal - quarta aula em IpC - experimentação, videoanálise, matemática

Quadro 26: Turma 2011 – (QE) em série temporal - quinta aula em IpC - ciência, matemática, experimentação (avaliação final)

Quadro 27: Análise dos resultados dos pré-teste e pós-teste turma 2011

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Análise comparativa entre pré-teste e pós-teste da turma 2009

Gráfico 2: Análise comparativa entre pré-teste e pós-teste da turma 2010

Gráfico 3: Análise comparativa entre pré-teste e pós-teste da turma 2011

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

BNCC: Base Nacional Comum Curricular

CENADEM: Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais

CEP: Conselho de Ética em Pesquisa

COMDEC: Coordenadoria Municipal de Defesa Civil

EMA: Estação Meteorológica Automatizada

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDE: Interface de Desenvolvimento

IoT: Internet of Things

IpC: Instrução por Colegas

MA: Metodologia Ativa

PISA: Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

QE: Quase Experimental

TDIC: Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

UE: Unidade Escolar

VD: Variável Dependente

VI: Variável Independente

ZDP: Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

FICHA CATALOGRÁFICA	3
AGRADECIMENTOS	5
1 INTRODUÇÃO	19
1.1. OBJETIVOS	27
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	32
2.1 Teoria da aprendizagem socioconstrutivista segundo Vygotsky	32
2.2 A metodologia Instrução por Colegas (IpC)	39
2.3 Base Nacional Comum Curricular (BNCC)	44
2.4 Frasco de Mariotte	46
2.5 Delineamento quase-experimental	48
2.6 O software <i>tracker</i> e a <i>videoanálise</i>	52
2.7 Plataforma Arduino	55
3 ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA	58
4 METODOLOGIA	64
4.1 Análise preliminar	64
4.2 Local e conteúdo	65
4.3 Os sujeitos dessa pesquisa	66
4.4 Descrição da sequência didática e o desenvolvimento da pesquisa	67
4.5 Experimentação com materiais manipuláveis e a videoanálise dos experimentos desenvolvidos com os pluviômetros artesanais	79
4.6 As avaliações em pré-teste e pós-teste e a utilização da metodologia ativa IpC	85
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	91
5.1 Coleta de dados	93
5.2 Análise de dados	95
5.3 Análise da implementação do método IpC no contexto de estudos quase-experimentais	102
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
REFERÊNCIAS	134
APÊNDICES	139
APÊNDICE A - PRÉ-TESTE E PÓS-TESTES	139
APÊNDICE B - QUADROS E VISUALIZAÇÕES DE DADOS.	155
APÊNDICE C – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.	176
APÊNDICE D – REGISTRO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO RESPONSÁVEL.	182
APÊNDICE E – REGISTRO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	183

1 INTRODUÇÃO

A utilização de tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) nas unidades escolares se tornou imperativo na realidade atual (BRASIL, 2018, p.489). Tal constatação não deve e/ou não pode ser negligenciada pelos educadores e pesquisadores que buscam entender o caminho a ser percorrido no desenvolvimento do conhecimento e, sobretudo, aos que buscam proporcionar condições favoráveis para o acontecimento.

No que se refere ao processo de ensino-aprendizagem da matemática, é importante que as unidades escolares (UE) tenham qualidade, ou seja, precisam ser agradáveis, cativantes e interessantes a fim de oferecer a educadores e educandos a oportunidade para desenvolverem suas habilidades e competências.

A incorporação de conteúdos relacionados à geometria aos conhecimentos geométricos escolares tem sido objeto de discussão entre, educadores, pesquisadores e educadores/pesquisadores há muitas décadas, sendo que os seus resultados foram apresentados por grupos internacionais de pesquisa sobre currículos e geometria escolar (Leal; Santos, 2018).

Stiegelmeier, Marthos e Bressan (2019) destacam que o ensino da geometria na educação básica precisa valorizar construções significativas e que a formação continuada dos professores, junto com metodologias adequadas, contribui diretamente para a melhoria da aprendizagem.

Neste sentido, Lorenzato (2012) faz uma importante reflexão acerca da visualização¹, no qual a preocupação está relacionada a capacidade do educando em analisar situações utilizando-se de objetos manipuláveis com vistas a conseguir visualizar, rever, criar, manipular a informação tanto de maneira abstrata quanto concreta.

De maneira geral, os currículos de matemática obedecem a uma ideia de decomposição. A seleção dos conteúdos que constam nestes currículos de matemática é apresentada posteriormente aos educandos em ordem crescente de dificuldade, ou seja, do mais fácil ao mais difícil e de acordo com o olhar dos elaboradores dos conteúdos.

Em particular, o ensino de geometria, quando comparado ao ensino de outros

¹“significado léxico atribuído à visualização, é o de transformar conceitos abstratos em imagens reais ou mentalmente visíveis.” (Lorenzato, 2012, p.82)

conteúdos que constam no currículo de matemática, por diversas vezes é preterido ou é apresentado como o último conteúdo a ser trabalhado. Educadores, educandos e pesquisadores têm-se confrontado com diversos estudos e trabalhos relacionados ao ensino de matemática, onde alguns autores reforçam o formalismo embebido de demonstrações, outros reforçam a algebrização.

De acordo com Lorenzato (2010), Santos e Nunes (2014), Rodrigues (2019), Barreto *et al.* (2021), reconhecem que a Geometria é uma área pouco explorada no ambiente escolar. Pesquisas mostram que, nas escolas públicas brasileiras, o ensino de geometria geralmente ocorre de maneira rasa, sem uma conexão clara com a realidade cotidiana dos alunos. Os motivos são diversos, a seguir estão relacionadas algumas possíveis causas que são referentes com o exercício da prática didática.

A primeira é que, por muitos anos, o ensino de geometria não se aperfeiçoou. Barreto *et al.* (2021) exploram que o ensino de geometria, especialmente no Nordeste do Brasil, é uma área pouco explorada academicamente, com grande ênfase na geometria plana e falta de atenção para outras áreas, como a geometria analítica. Essa ausência no currículo afeta o desenvolvimento das habilidades intelectuais dos estudantes.

A barreira do ensino aprendizagem que os educadores e educandos precisam superar está relacionada primeiramente com a forma com que o raciocínio é organizado e, em segundo lugar, com a maneira como são organizados argumentos lógicos. Martins (2020) sugere a mobilização dos educandos para executarem tarefas propositalmente elaboradas pelo educador de maneira a proporcionar ao educando o desenvolvimento gradual dos sentidos.

A segunda causa está relacionada à formação dos educadores, que podem não ter tido acesso, no período relacionado da graduação, a compreensão e percepção dos conhecimentos relacionados ao ensino de geometria. Como decorrência disso, alguns destes educadores, excluem o ensino de geometria do planejamento de suas respectivas aulas. Quando o educador não detém este conhecimento sobre geometria, isso o impede de pensar acerca da sua beleza e importância no preparo dos seus respectivos educandos (Rodrigues, 2019).

Lorenzato (2012) acrescenta nesta direção os resultados de uma pesquisa realizada com educadores com mais experiência, média de 10 anos ou mais de experiência, podem apresentar resistência inicial a novas práticas sobretudo com o uso de laboratórios ou de objetos manipulativos (Lorenzato, 2012).

A terceira causa é a exaustiva jornada de trabalho ao qual o educador encontra-se inserido, obrigando-o a dar importância ainda maior ao escolher e adotar os conteúdos do livro didático como determinador do que deve ou não ser trabalhado em sala de aula (Lorenzato, 1995). Esta afirmação ainda reflete parte das dificuldades enfrentadas pelos educadores no Brasil, contudo, houve mudanças deste então.

A principal mudança foi a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que destaca a importância da geometria como parte essencial do ensino, além de oferecer uma orientação curricular mais clara, sua efetiva implementação ainda depende de melhores condições de trabalho e formação continuada para educadores.

Na maioria dos casos, o livro didático contém uma geometria antiga, neste caso, as figuras geométricas, seus elementos e propriedades são definidos, as demonstrações dos teoremas surgem de maneira dedutiva, com isso, o educador tem uma pequena margem para a exploração e a construção dos conceitos. Ao educando é apresentado um funil ainda menor do conhecimento para buscar as suas próprias deduções.

A quarta causa está relacionada ao currículo, que repercute o modo de trabalho do educador. Nesse contexto, frequentemente nos livros didáticos o conteúdo de geometria era encontrado apenas no final. Conforme descrito no trabalho de Martins (2020), a geometria no currículo do ensino fundamental é frequentemente negligenciada ou tratada de maneira superficial ao final do ano letivo, quando sobra tempo. Isso provoca uma lacuna no conhecimento dos alunos e contribui para o abandono do ensino de geometria pelas unidades escolares (Martins, 2020).

As possíveis causas relacionadas nos parágrafos anteriores, reforçam o entendimento de que estas são algumas das motivações para afastamento do ensino de geometria. O ensino e aprendizagem de geometria não deve ser reduzido a fórmulas aplicadas. Ele se fundamenta na preocupação pela conquista de caminhos para a sua demonstração, assim como, para descoberta de pressupostos ou conjecturas de fórmulas.

Nas salas de aulas das unidades escolares existe uma cultura matemática que não leva em consideração o modo pelo qual um determinado conteúdo é percebido pelos educandos, se tornando um impeditivo para que estes educandos aprendam matemática. Importante salientar que estes educandos demonstram menos dificuldade em utilizar o conhecimento matemático apreendido em outros contextos.

Santos e Nunes (2014), notaram a existência de enigmas associados ao ensino e aprendizagem do conhecimento geométrico, sugerindo investigações destes problemas em duas linhas: entender se a adversidade está associada aos docentes de matemática ou na compreensão dos problemas por parte dos educandos. Todavia, os autores reforçam que os conceitos geométricos são comumente introduzidos de maneira isolada, não associados com outras áreas de conhecimento, evidenciando o prejuízo no desenvolvimento do raciocínio dedutivo, o que permitiria, sem este contratempo, transcender as fases do desenvolvimento associados ao educando (Santos; Nunes, 2014).

A sequência de fracassos escolares relacionados à matemática produz desânimo, insatisfação e conseqüentemente medo da matemática. Contudo, não precisa ser assim. É preciso vencer, tanto o medo da matemática, quanto o medo de aprender. Em outras palavras, é preciso vencer o medo de desenvolver o pensamento matemático.

Uma das estratégias possíveis atualmente, inclui a utilização da TDIC, que é parte do nosso dia a dia, está presente em nossos lares, em nossos trabalhos e em nossa vida acadêmica. O ensino quando realizado por meio de tecnologias, pode se tornar diferente e estimulante.

Quando lançamos mão desta maneira de envolvimento com a aprendizagem, permitimos que surjam desafios novos e novas ideias são construídas, portanto, novos caminhos para o desenvolvimento do pensamento, tanto para o educador quanto para o educando, são revitalizados. São revigorados também, os debates educacionais.

Segundo a pesquisa de Rodrigues (2019), é possível afirmar que as TDIC se tornaram um estimulante para os educadores realizarem novos questionamentos acerca do potencial dos educandos para o estabelecimento do seu próprio conhecimento.

Uma abordagem no ensino da matemática, especificamente sobre o ensino de geometria através da experimentação, pode minimizar algumas dificuldades relacionadas a aprendizagem, conseqüentemente, pode possibilitar a criação de um local para a análise ou investigação acerca do desenvolvimento do conhecimento. A experimentação através da materiais manipuláveis rompe com o isolamento, facilita a conexão com outros níveis de interesse e permite dar uma grandeza prática a esta forma de ensino.

Esta abordagem singular demanda um cuidado ainda maior por parte dos

educadores, com relação a decomposição lógica dos conteúdos, sobretudo relacionado ao impacto deles na visão do educando. Esta atenção com foco no educando, permite abrir um espaço para discussão e possibilita que o educando proponha problemas e procure as soluções para eles. A abordagem através da experimentação legitima as atividades matemáticas que não sejam puramente dedutivas e que, não são valorizadas ou agraciadas no currículo de matemática tradicional.

Talvez a geometria seja a parte da matemática mais imediata, concreta e real. É uma excelente ferramenta para compreender, descrever e interagir com o espaço em que vivemos.

A especificidade do lado exploratório da geometria, tanto na videoanálise quanto na plataforma Arduino, pode trazer um novo olhar pedagógico para o processo ensino-aprendizagem da geometria, particularmente para a geometria plana, e da geometria espacial. A utilização da TDIC nesta investigação, não é pretensa apenas como uma ferramenta visando promover este aprendizado, mas como um incentivador para a transformação das relações educador-educando e, conseqüentemente, para introduzir mudanças não somente na educação matemática, como também na consciência ambiental.

Nessa pesquisa, o educando é estimulado a compreender que a sobrevivência dos mais diferentes ecossistemas depende das ações e reações de todos nós. Estes indivíduos, quando compreendem, passam a ter a consciência ambiental, uma preocupação com o meio ambiente mais apurada. Além disso, ser possuidor desta consciência ambiental demanda a procura incansável por informações. A combinação de assuntos do cotidiano do educando, com os conteúdos da matemática, física e da TDIC (videoanálise e plataforma Arduino) foi efetuada nessa pesquisa.

Embora existam desastres considerados naturais, há uma associação entre estes desastres ambientais e a maneira como as pessoas exploram o meio ambiente. De acordo com IBGE² (2017), nos quatro anos anteriores ao censo, 1729 municípios autodeclararam que foram atingidos por alagamentos, totalizando 31% do total municípios. Quando comparado com o censo de 2013, o município do Rio de Janeiro afirmou que foi atingido por alagamentos nos dois censos, um total de oito anos consecutivos em que a população sofre pelo mesmo problema.

² Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Os números facilitam o entendimento do quanto é importante observar a ocorrência ou não das precipitações no município do Rio e o quanto é importante a divulgação destas informações para a população e para a tomadas de decisão por parte dos gestores.

A exemplo, o estudo de Kaewkitipong *et. al.* (2012), dentro do contexto da Tailândia, faz apontamentos acerca da grande inundação que ocorreu no país em 2011, que durou cerca de 7 meses, e mostrou que o uso das TDIC, em especial, das mídias sociais, são eficientes no que se refere a conectividade instantânea de ideias e no compartilhamento de informações em casos de desastres. Os autores vão além, quando afirmam que as agências governamentais tailandesas não conseguiram capitalizar as qualidades das mídias sociais para tomadas de decisão do gestor.

As chuvas são consideradas catástrofes naturais das mais assustadoras em todo mundo, são classificadas como um dos eventos climáticos extremos, são elas capazes de causar mortes e perdas materiais importantes.

Comumente, as cheias ou alagamentos provocam problemas econômicos para a sociedade como um todo independentemente de estarem no interior ou nos grandes centros urbanos. Além disso, ocasionam mortes, o que evidencia o quanto é primordial se manter esclarecido sobre a ocorrência ou não das chuvas.

A ocorrência de fortes chuvas não é uma novidade. Com o passar dos anos, conseguimos melhorar nossa capacidade de observação da frequência de chuvas, bem como aprimoramos o conhecimento para conseguir mapear os locais geográficos com maior probabilidade matemática de ocorrer chuvas.

Infelizmente, a ação do homem provocou e ainda provoca mudanças climáticas significativas em todo o planeta. No Brasil, de acordo com o IBGE de 2017, ocorreu uma diminuição percentual no número de municípios que informaram que foram atingidos por alagamentos.

Por outro lado, o estudo de Fearnside (2021), afirma que, em termos de precipitação média, existe uma correlação entre o desmatamento na Amazônia com a precipitação no sudeste do país e duas conclusões foram obtidas. A primeira delas é que para o ano de 2021, o desmatamento não estava associado à variação de chuva no Sudeste, a segunda é que se o desmatamento na Amazônia permanecer, a região sudeste será diretamente afetada.

Em 2014, o estado de São Paulo sofreu uma combinação de fatores que resultaram em uma seca de 51 dias consecutivos, fazendo com que fosse bombeado

o “volume morto” dos reservatórios de água. Na ocasião, este evento climático quase proporcionou ao estado de São Paulo a falta de água, até para beber (Fearnside, 2021). A ausência de chuvas por muito dias consecutivos, ocasionam uma diminuição hídrica em nossas bacias hidrográficas tendendo a comprometer, assim, a geração e o fornecimento de eletricidade.

Observando o cenário, o estudo de Marengo (2016) avançou este olhar para o futuro próximo, em que as projeções estimam que por volta do ano de 2030, para a América do Sul, ocorrerá uma redução na quantidade total de chuvas, bem como no número de dias úmidos, tornando-se assim, o novo padrão dominante. Acrescenta que as análises combinadas relacionadas aos extremos de chuvas para os estados da região sudeste do Brasil, experimentarão, por volta dos anos de 2071 – 2100, em termos de média, com o aumento dos índices pluviométricos, além de eventos associados com o aumento de dias úmidos e reduções no número de dias secos consecutivos (Marengo, 2016)

No Rio de Janeiro, os constantes alagamentos provocam o bloqueio de algumas vias, rodovias e estradas, impedindo a circulação da população e provocando prejuízos ao comércio local.

O bairro de São Cristóvão é um local de constantes dificuldades relacionadas às chuvas, também é onde está localizada a unidade escolar e grande parte da comunidade escolar, participantes deste estudo. Tanto o excesso de chuva quanto a falta dela ocasiona problemas no bairro. Por este motivo, é preciso que a comunidade escolar compreenda melhor como é o contexto ambiental em que estão inseridos, para entendimento dos impactos de suas ações neste ambiente.

Dentro do contexto brasileiro, o governo federal, estados e municípios têm (ou deveriam ter) a preocupação constante para garantir o monitoramento dos dados pluviométricos. De acordo com Oliveira, Noronha e Guimarães (2019), o Brasil conta com o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CENADEN) que conduz o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a desastres, onde um grupo de municípios foi eleito para serem monitorados com pluviômetros automatizados, ainda de acordo com os autores, tal iniciativa esbarra o fator alto custo para justificar o número pouco expressivo de municípios que contam com a cobertura. (Oliveira; Noronha e Guimarães, 2019),

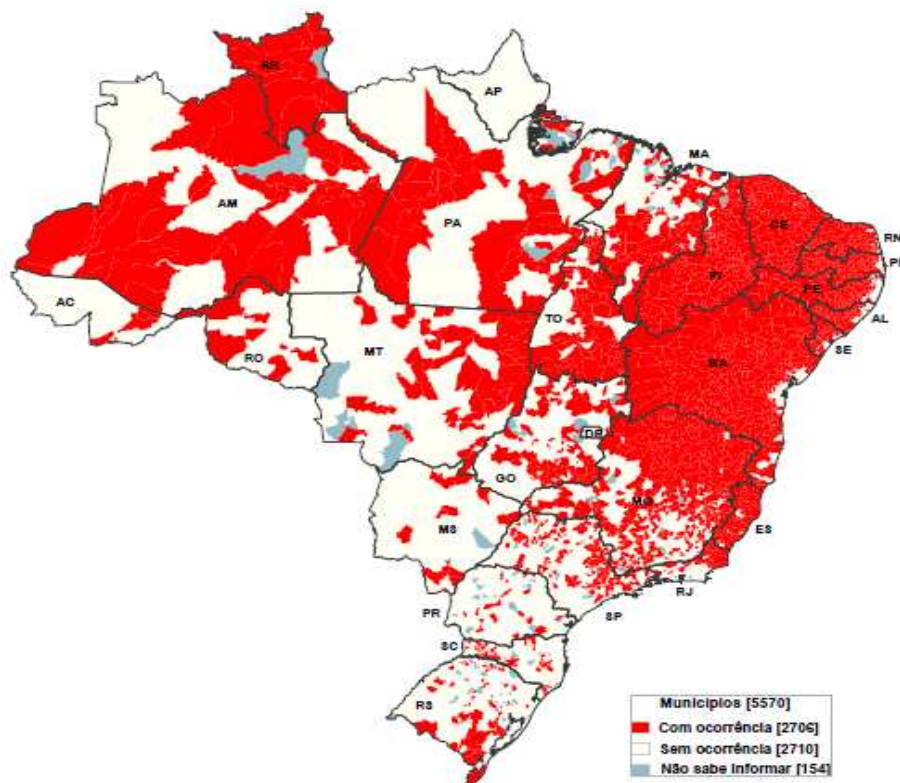
O estudo de Braga (2011) acrescenta que Estações Meteorológicas Automatizadas (EMA) podem ser separadas em três categorias principais:

registradores, sensores e telemetria. Ainda de acordo com o autor, funcionam com apenas um registrador, cuja função é de armazenar as leituras realizadas pelos sensores, em alguns casos pode realizar o comando de transmissão telemétrica dos dados registrados (Braga, 2011)

Quanto aos sensores, tem a incumbência de quantificar os diversos parâmetros meteorológicos, basicamente tem a função de traduzir os eventos físicos em sinais eletrônicos e elétricos, os parâmetros meteorológicos mais comuns são a precipitação, umidade relativa do ar, temperatura do ar, velocidade do vento, direção do vento, radiação solar e pressão atmosférica.

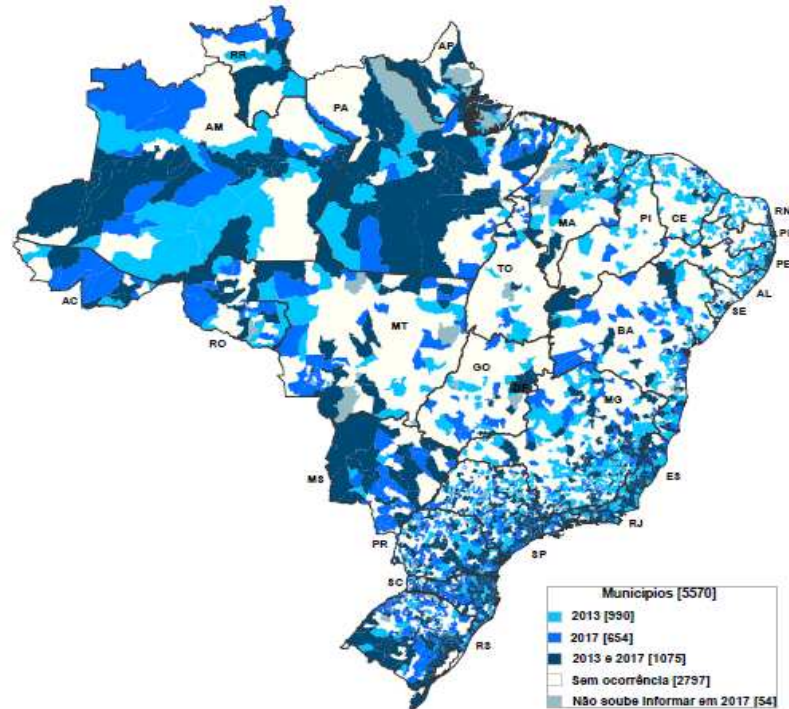
Essa pesquisa concentrou esforços no contexto da precipitação através do desenvolvimento e manipulação de pluviômetros (artesanais e robótico), monitoramento manual por meio da observação do artefato, coleta de dados, análise. O ensino e aprendizagem de geometria estiveram presentes em diversas etapas do desenvolvimento de utilização dos artefatos, tais como na determinação de áreas, volumes de sólidos geométricos regulares, raio, circunferência, diâmetro, número irracional. Ainda convém ressaltar neste trabalho, a videoanálise de experimentos com pluviômetros.

Figura 1: Municípios com ocorrência de seca entre 2013 e 2017



Fonte: IBGE, 2017

Figura 2: Municípios com ocorrência de alagamentos entre 2013 e 2017



Fonte: IBGE, 2017

Chama atenção nas figuras 1 e 2 alguns fatos climáticos de forte impacto na região onde o município do Rio de Janeiro está inserido. Na Região Sudeste (21,2%) demonstrou de maneira clara e evidente a maior ocorrência de municípios atingidos por alagamentos entre os anos de 2013 e 2017.

Dado o exposto, sugere-se entender o que está ocorrendo localmente, com o bairro de São Cristóvão e arredores e como as chuvas influenciam a nossa cidade, o nosso país, o planeta Terra.

1.1. OBJETIVOS

Propõe-se com a pesquisa elucidar alguns questionamentos referentes à fixação de conteúdos de física, matemática (geometria plana e geometria espacial) e plataforma Arduino, aplicada ao cotidiano do educando, que inova utilizando-se da tecnologia da informação (TDIC) como ferramenta pedagógica para o ensino e aprendizagem de matemática/ciências em sala de aula, mediado pelo uso da

metodologia ativa de IpC - Instrução por Colegas, mantendo a preocupação com as questões ambientais.

Dar-se-á por meio do desenvolvimento, pelos educandos, de um modelo de pluviômetro artesanal e a prototipação de um modelo de pluviômetro robótico utilizando o Arduino, a fim de que os dados sejam comparados.

Neste cenário, os educandos simularam a chuva através do desenvolvimento do frasco de Mariotte para a utilização em ambos os pluviômetros, no laboratório ou na sala *maker* da unidade escolar, vale destacar também a utilização da videoanálise destes experimentos desenvolvidos pelos educandos, com *software tracker*, a fim de tratar questões de determinação de volumes em sólidos geométricos.

O objetivo geral do trabalho é investigar como a utilização da videoanálise de experimentos com pluviômetros artesanais ou construídos através da plataforma Arduino, juntamente com a metodologia ativa de Instrução pelos Colegas (IpC), pode auxiliar educandos do ensino médio a aprender conceitos de geometria.

Este trabalho sugere práticas com vistas a combinar os ensinamentos de física, matemática, robótica com as questões ambientais, de tal maneira a proporcionar aos educandos a oportunidade de desenvolver o conhecimento científico, assim como melhorar a percepção deles sobre os reais problemas que surgem com as mudanças climáticas sobretudo na localidade onde estão inseridos.

Além disso, a presente investigação é norteada pelos objetivos específicos:

- a) Identificar as habilidades e dificuldades dos educandos em relação a conteúdos Geometria;
- b) Implementar uma sequência didática para abordagem de conteúdos de Geometria propostos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), envolvendo atividades de pesquisa, videoanálise e prototipação;
- c) Analisar estatisticamente os resultados dos pré-testes e pós-testes por meio do ganho;
- d) Desenvolver, como produto educacional, uma sequência didática para o ensino de conteúdos básicos de Geometria, considerando o processo e resultados da experiência desenvolvida e vivenciada nesta pesquisa.

Para pensar na justificativa do trabalho, podemos nos questionar: Por que a escolha por depreender acerca de geometria plana e geometria espacial?

Considerada por muitos como uma ferramenta, a geometria favorece o entendimento acerca da assimilação, definição e trocas com o lugar ao qual estamos

inseridos. No entanto, é talvez, a parte da matemática mais imediata, e que sobretudo está fortemente associada à nossa realidade. Por outro lado, a geometria, atualmente está carregada de formalismos.

De maneira geral, aos educandos costuma ser ensinada a Matemática desligada da realidade, de forma mecanizada e automática. Tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio, a instrução possui o mesmo propósito, treiná-los a resolver contas, através da memorização dos algoritmos. Os educandos são pouco incentivados a desenvolver a visão espacial. Por este motivo e sobretudo pelo fato de não conseguirem interpretar o que leem, os educandos apresentam enorme dificuldade nas atividades que envolvem a resolução de problemas.

O incentivo a pesquisas em geometria oportuniza novas ideias acerca da matemática. Outras disciplinas dentro dos cursos de física, química, biologia e ciência da computação corroboram com o entendimento de que é importante explorar as possibilidades que surgem das TDIC e que em diversos aspectos influenciam as nossas vidas.

De acordo com a (Brasil, 2018), embora outros pontos da BNCC sejam questionáveis, o documento ratifica o quão importante é apresentar aos educandos propostas de resolução de problemas nos mais diferentes cenários, de maneira que tenha significado real para eles e que sirva para resolver problemas da vida. Essa pesquisa propõe ao educando a mudança através da manipulação de materiais e videoanálise de experimentos com pluviômetros, mediados pela metodologia Instrução por Colegas (IpC).

A pesquisa busca compreender como se dá a construção do conhecimento geométrico por meio da experimentação, com especial atenção às consequências das inundações no meio ambiente. Dessa forma, surgem algumas direções que guiam a investigação:

- 1) De que maneira a videoanálise de experimentos relacionados a pluviômetros (tanto artesanais quanto robóticos), juntamente com o uso da metodologia ativa de instrução pelos colegas (IpC), pode contribuir para a aprendizagem de conteúdos de geometria entre estudantes do ensino médio?
- 2) Como é possível incentivar educandos e educadores a refletirem e trabalharem sobre seus próprios conceitos de geometria plana e espacial, promovendo uma construção mais sólida desses conhecimentos?

- 3) Existe a possibilidade de conduzir os educandos a um processo contínuo de construção do conhecimento, buscando novas formas de desenvolvimento e aprimoramento em geometria?

Acredita-se que o educando toma conhecimento de que existem diferenças entre a aprendizagem do conceito de geometria plana e não plana e suas diferentes representações geométricas planas e não planas, ele passa a ter, através das experimentações, a chance de realizar a passagem dos cálculos concretos para os cálculos abstratos através das atividades realizadas.

Os cálculos abstratos são procedimentos que utilizam a lógica matemática, e normalmente ocorrem através das proposições que descrevem as atividades.

Por fim, esta dissertação está dividida em seis capítulos. O primeiro capítulo procura descrever a introdução e reforça que esta pesquisa tem especial atenção no processo de ensino-aprendizagem da geometria plana e espacial, sua ação e reação no contexto geral do ensino da matemática e a missão em utilizar a TDIC (através da videoanálise e da plataforma Arduino) como catalizador para as questões ambientais, em associação ao progresso na construção e aquisição de conceitos geométricos, videoanálise e *software tracker*.

O segundo capítulo versa acerca do referencial teórico que estará apoiado na teoria de aprendizagem de Vygotsky, acerca da metodologia ativa Instrução por Colegas (IpC), proposto pelo professor Erick Mazur, na plataforma Arduino, geometria básica, frasco de Mariotte, ganho e no delineamento quase-experimental, proposto por Campbell e Stanley (1963).

O terceiro capítulo descreverá sobre os processos de ensino-aprendizagem da geometria, através de trabalhos relacionados com este assunto, mesclando trabalhos tanto dentro de videoanálise, quanto da experimentação com pluviômetros (artesaniais e robótico).

O quarto capítulo descreverá a metodologia utilizada para atingir os objetivos, assim como a metodologia do produto, ou seja, todos os passos da pesquisa realizada nas dependências da unidade escolar, com educandos do segundo ano do ensino médio regular noturno.

O quinto capítulo versará acerca dos resultados e discussões do uso dos materiais manipulativos e das TDIC's (pluviômetros (artesanal e robótico) e a videoanálise dos experimentos com pluviômetros artesanais) e contará com os resultados da análise estatística.

O sexto capítulo será dedicado as considerações finais e conclusões, com possíveis recomendações sobre as perspectivas e as possibilidades futuras para novos estudos nesta área.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Teoria da aprendizagem socioconstrutivista segundo Vygotsky

Se por um lado os seres humanos reúnem informações importantes relacionados as suas peculiaridades individuais, tais como, vontade, aspiração, competência, índole, do outro lado, existe uma gigantesca fração de saberes que o indivíduo necessita, ou talvez, possa desejar aprender para desenvolver-se, avançar, criar através da exploração e na produção de novos saberes ou capacidades.

Dessa maneira, essa pesquisa foi fundamentada na teoria de aprendizagem socioconstrutivista proposta por Vygotsky. O tema central acerca da teoria de aprendizagem segundo Vygotsky, orbita em relação ao livro publicado por ele sobre pensamento e linguagem. Sua teoria contribui para a fundamentação dessa dissertação no sentido de que aqui o aprendizado ocorre de maneira colaborativa entre os educandos, assim, o desenvolvimento intelectual do sujeito é considerado por Vygotsky uma teoria relacionada à educação.

Vygotsky procurou dar um ponto de vista mais adequado sobre a relação existente entre desenvolvimento e aprendizagem. Propôs uma abordagem em que menciona como a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), assim nos deparamos com inúmeras dificuldades relacionadas ao ensino de geometria, para ultrapassar estas dificuldades é preciso tratá-los à luz das interações defendidas por Vygotsky, ou seja, entre aquilo que se aprende e o desenvolvimento cognitivo nos mais diversos níveis.

De acordo com Vygotsky (1991), as perspectivas em relação ao desenvolvimento cognitivo e aquilo que se aprende podem ser resumidas em três comportamentos teóricos. Esses três pontos de vistas podem ser aplicados a quaisquer sujeitos.

- a) O primeiro ponto, considera que na hipótese em que os processos de desenvolvimento cognitivo do sujeito funcionam de maneira emancipada da aprendizagem. O aprendizado passa a ser considerado um processo tão somente exterior, ou seja, o sujeito não tem envolvimento ativo. O sujeito passa a usufruir dos avanços sem oferecer qualquer iniciativa para modificar a sua trajetória. Vygotsky considera que o aprendizado está em função do desenvolvimento, ou seja, que aprendizado não quer necessariamente

desenvolvimento e explica que, nesse modelo, o aprendizado ocorre de maneira passiva.

- b) O segundo ponto, é que a abordagem teórica requer que o aprendizado seja igualado ao desenvolvimento. Assim, o conceito de identidade matemática quando aplicado, garante que ambos os processos (desenvolvimento e aprendizado), ocorram concomitantemente.
- c) O terceiro ponto, menciona que a abordagem teórica ratifica que ambos, (aprendizagem e o desenvolvimento), contém pontos em comum, todavia, não são coincidentes. Funcionam em convívio um com o outro e de maneira dependente.

Verifica-se ainda que de acordo com Vygotsky (1991), o aprendizado do sujeito inicia-se na infância muito antes do início da frequência escolar. Ao considerar quaisquer que sejam os cenários escolares em que o sujeito se depare, sempre existirá uma história anterior.

Além disso, Vygotsky identifica e fortalece um novo conceito relacionado a aprendizagem ao qual denomina como Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), seu funcionamento é classificado como um nível intermediário entre o desenvolvimento real e o desenvolvimento potencial. Ademais, acrescenta ainda que é a partir deste ponto que a criança compreende e simultaneamente tem a possibilidade de formular perguntas a partir da assimilação dos nomes dos objetos que a cerca, ou seja, ela está aprendendo.

O nível de desenvolvimento cognitivo da criança, de alguma maneira, se conecta com o aprendizado, um evento verdadeiramente conhecido e consolidado está relacionado ao aprendizado. Assim, com foco em descobrir as relações existentes entre a capacidade de aprender e o processo de desenvolvimento da criança, Vygotsky aponta para três estágios.

De acordo com Vygotsky (1991), os três comportamentos teóricos que foram descritos anteriormente, embora as rejeite, lhe proporcionou a oportunidade para lapidar o seu olhar em relação as interações existentes entre aprendizado e desenvolvimento (Vygotsky, 1991). Vygotsky aponta para três estágios relacionados ao desenvolvimento do sujeito e que podem ser facilmente estendidos a situações pedagógicas cotidianas envolvendo educandos em processo de aprendizado.

Quais sejam:

- a) Nível de desenvolvimento real – é o local caracterizado quando a criança ou sujeito apresenta uma solução para as atividades propostas de forma independente.
- b) Nível de desenvolvimento potencial – é o local caracterizado quando a criança ou sujeito consegue resolver as atividades sob orientação de outra pessoa mais bem habilitada ou em cooperação com seus colegas.
- c) Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) – é o local de transição ou intermediário entre os dois níveis descritos anteriormente.

Vale destacar também que Vygotsky (1991), define que na ZDP estão localizadas as funções que ainda não estão prontas, no entanto, estão em processo e amadurecimento.

Em outras palavras, o nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental da criança ou do sujeito de maneira retrospectiva, da mesma maneira, que a ZDP realiza a prospecção do nível de desenvolvimento mental. Assim, educadores utilizam a ZDP para entender melhor o processo mental do sujeito que está submetido ao processo de desenvolvimento cognitivo.

A eficiência deste método está na oportunidade de perceber a finalização dos ciclos e processos de maturação, o mesmo acontece em relação aos processos que estão iniciando a etapa de amadurecimento.

A ZDP é a oportunidade que permite aos educadores de estabelecerem marcos relacionados ao futuro imediato do desenvolvimento da criança ou sujeito. Nesta ZDP, o educador poderá ter acesso ao que já foi atingido pelo processo de desenvolvimento cognitivo, assim como o que está em processo de maturação.

Ocorre que para conseguir uma compreensão absoluta do que é o conceito relacionado a ZDP, faz-se necessário reconsiderar o papel do que é o processo de imitação. Vem da psicologia mais clássica que o nível de desenvolvimento cognitivo de uma criança é classificado somente em relação as atividades que a criança desempenha e finaliza de maneira autônoma (Vygotsky, 1991).

Verifica-se ainda que Vygotsky considera que a imitação e o aprendizado são processos mecânicos em sua essência. Assim, este viés está presente nos trabalhos (Evangelista; Chaves, 2019; Lima; Oliveira, 2021) que são revisões das diversas literaturas associadas aos campos da psicologia e educação onde comprova que pessoas só conseguem imitar aquilo que conseguem compreender no seu nível de desenvolvimento cognitivo. Por outro lado, outros trabalhos de pesquisas apontam

para a possibilidade de desenvolvimento mental e intelectual utilizando-se do processo de imitação adequadamente.

Ainda convém destacar que de acordo com Vygotsky (1991), é proposto uma nova solução para o aprendizado através da noção da ZDP. Nessa nova solução, o aprendizado avança em relação ao desenvolvimento, é nesse estágio que ocorre um ganho na faculdade de se comunicar com seus próprios sentimentos e pensamentos, ou seja, aquisição da linguagem. Pode ser uma referência para a adversidade existente em relação ao aprendizado e desenvolvimento cognitivo. Ocorre que essa faculdade também chamada de linguagem surge na criança como um recurso de comunicação necessário para melhor entrosamento. Muito posteriormente essa faculdade se converterá em fala interiorizada, essa linguagem irá organizar o pensamento do sujeito, em outras palavras, a linguagem passa a ser uma incumbência cognitiva (Vygotsky, 1991).

Os educandos sujeitos desta pesquisa, interagindo com seus colegas em sala de aula, ou cooperando com professores e outros membros da unidade escolar, criam oportunidades para que a aprendizagem desperte diversos processos internos de desenvolvimento, que por sua vez, são capazes de trabalhar somente nessas condições. Assim, um ponto de vista importante relacionado ao aprendizado é o fato de que este educando cria a ZDP.

Pela observação dos aspectos mencionados, onde segundo Vygotsky (1991), a singularidade principal para a sua hipótese está relacionada a ideia de que os processos de aprendizagem e de desenvolvimento não coincidem, os dois processos trabalham juntos como unidade, reforça ainda que, não há semelhanças entre estes dois processos que justifique dizer que existe uma identidade entre eles. A ZDP é o lugar onde a aprendizagem ocorre.

Os métodos relacionados ao desenvolvimento cognitivo dos seres humanos, ou seja, os procedimentos ou técnicas preocupadas em saber de que maneira ele aprende ou raciocina, podem ser compreendidas quando se lança mão das teorias filosóficas ou psicológicas e sobretudo cognitivo. Cabe dentro dessas teorias, a busca pelo entendimento acerca das melhores formas de oportunizar aos educandos através do aprendizado escolar.

No contexto do construtivismo, em que predomina a teoria de aquisição de linguagem tanto escrita quanto a falada, Vygotsky ressalta que a psicologia infantil não consegue estabelecer, de maneira convincente, que o desenvolvimento da

linguagem escrita implica no processo unificado de desenvolvimento (Vygotsky, 1991).

Levando-se em conta o que foi observado, a característica principal deste trabalho de pesquisa está no foco da construção do conhecimento por ele mesmo, ou seja, lhe é retirado do papel de coadjuvante sendo imediatamente dado o papel de protagonista nesse caminho para a aprendizagem.

Ainda convém lembrar que para discutirmos acerca dos processos que estão relacionados à evolução intelectual dos educandos quando submetidos à metodologia ativa, que está presente nesta investigação, o principal aporte teórico que está presente aqui é a teoria de Vygotsky.

Ademais, Lev Vygotsky é a referência para reflexões acerca dos procedimentos relacionados ao ensino e aprendizagem, principalmente, para compreendermos melhor a aprendizagem associada a conceitos. A justificativa para a escolha é baseada em algumas premissas que foram relacionadas nos parágrafos anteriores.

A metodologia ativa IpC é uma estratégia de ensino que preza pelas ações conscientes dos educandos, tais como a imaginação, planejamento e preparação. Os educandos precisam ter uma participação criativa e ativa entre eles, de tal forma que devem protagonizar o desenvolvimento do conhecimento. Assim, o recomendado é utilizar estratégias com foco no desenvolvimento das chamadas funções cognitivas superiores.

É preciso pontuar que Lev Vygotsky se dedicou ao estudo e ao entendimento das funções cognitivas superiores, estas funções se diferenciam dos processos cognitivos elementares, que são as ações associadas ao reflexo humano, ou seja, que tem a sua origem na Biologia e está presente em nossas crianças e animais, as funções cognitivas superiores são processos cognitivos especificamente humano, que proporcionam ações conscientemente sob controle. São exemplos dessas ações, a capacidade de planejamento, a lembrança, a criatividade e sobretudo a fixação ou memorização mais participante do educando.

No trabalho de Vygotsky, Luria e Leontiev (2010), considera-se que são superiores as funções cognitivas, justamente por se tratar de mecanismos sofisticados, que concedem ao sujeito oportunidades para terem o controle consciente de suas ações.

Assim, os processos mentais que estabelecem relação com as emoções, pensamento abstrato, consciência e percepção podem ser consideradas de funções

intelectuais, justamente por refletirem as diferentes formas em que determinadas regiões do cérebro são acessadas (auditiva, tátil, visual, motora, sensorial) e compõem-se funcionalmente. Estas funções são fortemente combinadas com as relações sociais do sujeito com o seu meio, sobretudo em momentos de experimentação e prototipação da pesquisa.

De acordo com Vygotsky (1989), o desenvolvimento dos procedimentos relacionados aos processos cognitivos mentais tem origem nas relações dos seres humanos com o meio, neste caso, o meio pode ser caracterizado como cultural e social, e tem início em processos básicos ou elementares, em outras palavras, o meio ambiente desafia o educando colocando-o frente a frente às tarefas, fazendo novas exigências, estimulando o seu intelecto.

Outra preocupação constante está no desenvolvimento de uma particularidade humana, Vygotsky separou especial atenção as palavras, pois traz uma nova tese em que o significado das palavras evolui, elas têm uma participação conjunta nessas interações, estabelecem alguns elementos essenciais para a atividade mental, ou seja, o significado de uma palavra representa um amálgama entre pensamento e linguagem, as palavras ajudam a aprender e orientar os processos cognitivos (Vygotsky, 1989.).

Verifica-se ainda que Vygotsky (1989, p.31), também descreve o processo cognitivo como uma característica interna. Entender o processo cognitivo ou processo mental é um ponto importante para entendermos de quais maneiras ocorre o desenvolvimento humano. Os processos cognitivos relacionados a interação e a capacidade de mediar são os responsáveis pelo desenvolvimento de características existentes nos seres humanos, assim como são responsáveis com a prática de internalizar. O autor afirma que se estas características são estimuladas, inicialmente oriundas do meio externo e, na sequência, se transforma em um plano mental interno.

Vale destacar também que os estímulos externos são além do universo da cultura, da experimentação, também estão nas trocas com outros sujeitos, podendo ser ou não mediados. São as trocas que constituem as bases para o estabelecimento de planos internos e que na sequência serão internalizados.

Verifica-se ainda em Vygotsky (1989), que os envolvidos gradativamente vão se adaptando as formas como ocorrem o comportamento, assim como gradativamente ajustam o funcionamento dos fenômenos mentais e de todos os recursos históricos e culturais onde esteve inserido o seu grupo de relacionamento ou

onde ocorreu a mediação, no entanto, em um determinado momento, estes processos passam a ocorrer sem a mediação de outras pessoas.

É nesse ponto que está localizado o desenvolvimento do conceito de aprendizado ativo, ou seja, é onde repousam os aspectos relacionados a internalização.

A internalização é o momento em que a atividade passa a se caracterizar como um processo independente e espontâneo, conseqüentemente, aumenta a sensação de controle dele sobre ele, ou seja, ratifica uma índole consciente sobre as funções mentais superiores (Vygotsky, 1989).

Vale lembrar que as interações com os contextos sociais e culturais não são interrompidas, a produção relacionada a manifestação de ideias ou preferências do sujeito é dinâmica e contínua. Assim, o sujeito autônomo, protagonista na produção do seu conhecimento é sobretudo ativo.

Entende-se como autonomia o ato ou atividade consciente e independente decorrente do autocontrole exercido pelo sujeito. Ainda assim, é importante destacar, que as interações não estão limitadas ao estímulo imediato ou algum tipo de interação direta com o ambiente.

Dessa maneira, o trabalho de Vygotsky (1989), reforça que é por meio do ensino e da aprendizagem, que o educando consegue desenvolver as suas habilidades relacionadas as funções mentais superiores. Ademais, segundo o autor, o ensino de operações que estimulam a consciência e o controle impulsionam ao máximo o desenvolvimento de funções psicológicas superiores.

Vale destacar também que o sujeito, nesta dissertação está representado pelo educando, ou seja, compartilha consciências dentro de uma coletividade, absorve experiências de maneira pessoal e individual. O desenvolvimento do seu plano subjetivo requer o envolvimento de relações interpessoais. Estas não são trocas meramente mecânicas ou limitadas ao campo das ideias.

Por todos estes aspectos, o desenvolvimento da nossa inteligência é fruto do processo de internalização da cultura, ocorre de fora para dentro quando, através de interações sociais e segue para o plano mental mais individualizado, assim, nos tornamos desenvolvedores de ideias e da consciência, o que nos dá condições de agirmos socialmente, culturalmente e sobretudo historicamente.

2.2 A metodologia Instrução por Colegas (IpC)

É preciso pontuar de início, que na IpC, de acordo com Araújo e Mazur (2013), os educandos contam com a disponibilização prévia do conteúdo, por parte do educador, com vistas a estimular que eles possam realizar a leitura, analisar os fatos e experiências ali contidos e, conseqüentemente possam desenvolver a sua própria opinião acerca do assunto.

Nota-se, à princípio, que a introdução do assunto ou sobre o que será trabalhado em sala de aula, permite que os educandos pensem sobre suas argumentações e passam a expressar com as suas próprias palavras o seu próprio embasamento.

No uso da metodologia IpC, busca-se desenvolver no educando as práticas interativas que são idealizadas ou pensadas pelo educador. Na oportunidade em que ocorre a aula presencial, os educandos são estimulados a interagir entre eles e o professor, através de uma variedade de instrumentos e processos pedagógicos, que frequentemente ocorre com a utilização de perguntas e respostas, neste caso, podem ser utilizados aplicativos ou *flash cards* que giram em torno de um tema ou assunto. Esta pesquisa contou com a utilização e suporte dos cartões *pickers*.

O educador, após a coleta das respostas, comporta-se como mediador em constante provocação. Ainda convém lembrar que Araújo e Mazur (2013), sugerem que as argumentações orais sejam curtas e que sejam trabalhadas em alternância com outras atividades, objetivando fazer com que o interesse do educando permaneça constante e que sobretudo realizem discussões acerca do assunto.

Outro fator existente, segundo Petter *et al.* (2021), os educandos devem se apropriar do conteúdo que lhes foi ofertado antecipadamente a fim de que o tempo utilizado em sala de aula seja priorizado para a realização das interações com seus colegas, além da assimilação, articulação e pensamento.

Este trecho da metodologia IpC, sugere uma similaridade, ainda que em sendo uma referência indireta a outra metodologia ativa existente chamada, sala de aula invertida. Na IpC, o educando estuda previamente, responde às perguntas propostas, confronta as suas ideias através de um debate com seus colegas.

Ademais, de acordo com Quintilhano *et al.* (2018), na metodologia ativa sala de aula invertida, que consiste em uma combinação didática em que o educador, realiza

o planejamento de suas aulas na qual parte do material didático sobre um assunto é disponibilizado antecipadamente para os educandos, de modo que, eles possam ter contato com o conteúdo previamente.

Na metodologia ativa de sala de aula invertida, o material pode ser disponibilizado aos educandos utilizando-se de TDIC, no entanto, não é imperativo que ocorra dessa maneira. Em outro trecho, a similaridade acontece relacionada ao educador que, após o resgate dessa aula em sala de aula, também se comporta como mediador em constante provocação. O educando é estimulado a ser autônomo e protagonista, através de discussões, proposição de resolução de problemas e apresentação de dúvidas. Nos dois tipos de metodologias ativas, os educandos são afastados do ensino tradicional, local em que mantém uma posição passiva.

Pela observação dos aspectos analisados que constam no trabalho de Mazur (2009), na utilização da metodologia IpC, os educandos conseguem um nível de retenção da informação em torno do 60%, ao passo que em aulas expositivas tradicionais os educandos retem 20% de informação.

Outrossim, para uma educação inovadora, a atuação com uso de metodologias ativas sugere oportunidades ao educador em proporcionar em suas aulas experiências de aprendizagem mais enriquecedoras e conseqüentemente mais interessantes para os educandos. Assim, faz-se necessário lançar um olhar para a educação, analisar as oportunidades presentes, sobretudo as que são oriundas de mídias ou tecnologia digital de informação e comunicação (TDIC) para à prática pedagógica. De acordo com Cavalheiro (2020), são muitos métodos ligados diretamente as metodologias ativas capazes de levar os educandos a aprendizagens por intermédio da experiência.

Segundo a pesquisa de Pinto *et al.* (2012), a metodologia do '*peer instruction*' (instrução pelos colegas), desenvolvida pelo professor Eric Mazur, da Universidade de Harvard, é baseada na ideia de que a assimilação de conceitos ocorre por meio de discussões entre os educandos. Mazur defende que o primeiro passo no processo de aprendizagem é garantir que os alunos compreendam profundamente o conceito em estudo. Uma vez que os alunos dominem os fundamentos conceituais, a próxima etapa consiste em desenvolver sua capacidade de aplicar esses conceitos em situações práticas, promovendo uma aprendizagem mais ativa e significativa (Pinto *et al.*, 2012).

Nesta mesma linha, a pesquisa de Tullis e Goldstone (2020) explorou os

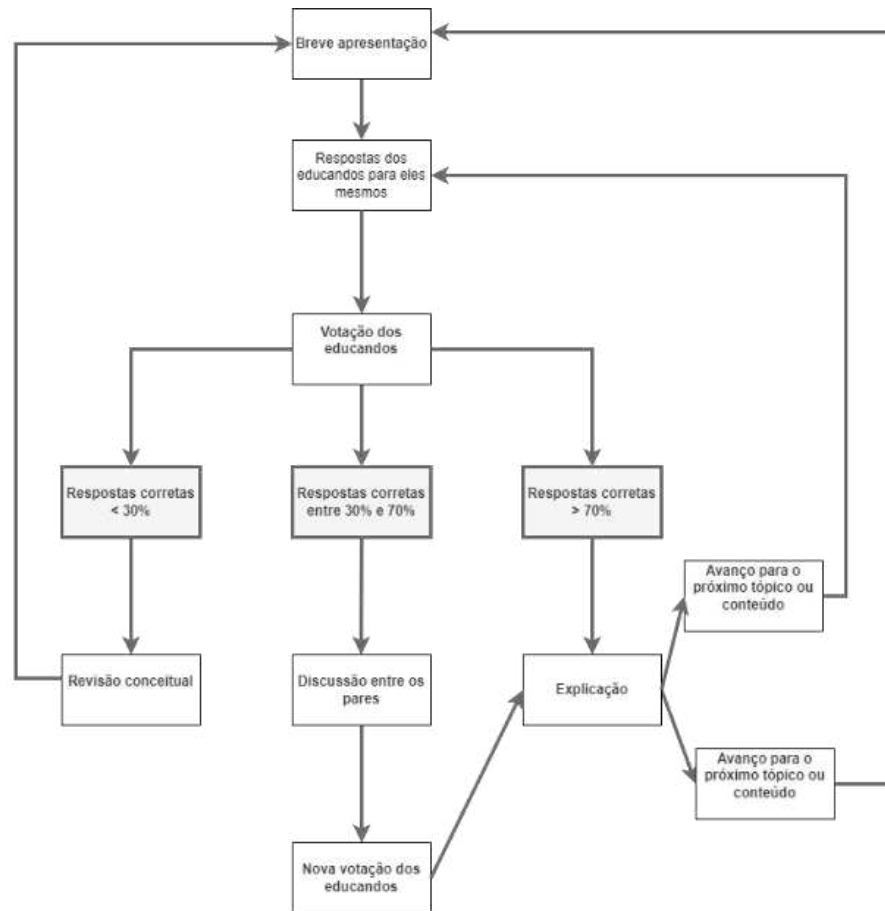
benefícios da instrução pelos colegas e descobriram que essa abordagem melhora significativamente a precisão e a confiança dos educandos após as discussões em sala de aula. Isso mostra que, quando os conceitos são discutidos entre pares, os educandos conseguem consolidar melhor o conhecimento.

Message *et al.* (2017) discutem as ferramentas de interatividade gratuitas que complementam o uso da metodologia instrução pelos colegas, destacando que essas ferramentas aumentam o engajamento dos educandos e proporcionam *feedback* imediato, o que é crucial para uma aprendizagem ativa e significativa

Ainda de acordo com Pinto *et al.* (2012), inicialmente, o educador cria com seus educandos, os momentos para a realização do estudo do material disponibilizado por ele, é o que preconiza a metodologia de instrução pelos colegas proposta por Mazur, e a recomendação é que posteriormente o tema seja abordado com o uso de questões conceituais de múltipla escolha.

No método desenvolvido por Mazur, cabe ao educador realizar pequenas exposições orais de aproximadamente quinze minutos acerca dos conceitos dos conteúdos que foram abordados em leitura prévia. Ao término de cada apresentação, é apresentada uma questão conceitual de múltipla escolha pelo educador, cabe aos educandos, a partir deste momento, escolherem a resposta e elaborar uma justificativa para terem realizado a referida escolha, na sequência, os educandos devem exibir as escolhas a fim de permitir que o educador possa realizar um mapeamento das respostas. A figura 3 ilustra o fluxograma.

Figura 3: Fluxograma do processo referente a metodologia IpC



Fonte: Araújo e Mazur, 2013

O educador poderá lançar mão de quaisquer meios para realizar a coleta destas respostas, cartões respostas, fichas individualizadas, novas tecnologias como *notebooks*, *smartphones*, *clickers*³ ou em caso de turmas pequenas ou médias, observação e contagem manual.

De acordo com Araújo e Mazur (2013), o educador irá se basear nas respostas informadas pelos educandos, contudo, ainda sem realizar a devolutiva correta aos mesmos, caberá ao educador escolher entre:

- i) Caso setenta por cento dos votos dos educandos alcancem a resposta correta, o educador poderá recomençar a apresentação de uma nova questão sobre este assunto ou partir para um novo conteúdo;
- ii) Caso o percentual de acertos esteja entre trinta e setenta por cento, o

³ Os *clickers* são os sistemas de resposta pessoal, pode ser cartões gráficos ou pequenos aparelhos portáteis que permitem que os educandos respondam rapidamente a questões propostas pelo educador.

educador poderá agrupar os educandos em pequenos grupos, de modo que eles possam convencer uns aos outros sobre as suas escolhas, para tornar mais eficiente esta dinâmica. A escolha dos componentes do grupo deverá estar pautada em educandos com respostas diferentes. Decorridos alguns minutos o educador tornará a solicitar uma nova rodada de votação e explicará a questão. Caso entenda ser necessário, o educador poderá, continuar com este assunto, apresentando novas questões, assim como também, poderá prosseguir com a demonstração de um novo assunto, reiniciando todo o processo.

iii) Caso o percentual de acertos esteja menor do que trinta por cento das respostas corretas, é necessário que o educador refaça o processo do início, ou seja, partir da explanação dos conceitos iniciais do conteúdo abordado.

Tais métodos proporcionam o desenvolvimento de uma autonomia de aprendizagem do educando, é importante destacar que o desenvolvimento de metodologias ativas por meio de mídias e da tecnologia digital de informação e comunicação (TDIC) é um exercício de interpretação constante realizado pelo educador, já que o modelo antigo, que se apoia no método tradicional ensino e aprendizagem se encontra desgastado.

Encorajar os educandos a desempenharem um papel mais ativo em todo processo de aprendizagem é uma maneira hábil para o educador que utiliza a metodologia ativa de aprendizagem para proporcionar aos educandos um maior envolvimento nas discussões em sala de aula. De acordo com Berbel (2011), as metodologias ativas promovem oportunidades aos educandos de estarem inseridos na etapa teórica do aprendizado e consequentemente de conseguirem contribuir com novas considerações. Ainda segundo Berbel (2011), os educandos se sentem valorizados quando as novas considerações sugeridas por eles são acatadas pelo educador, com isso, alguns sentimentos como o engajamento, percepção de competência e de pertencimento são estimulados diretamente neles.

Para Mitre (2008), é imperativo que o educando assuma um papel mais ativo, deixe de ser um mero receptor e efetivamente busque conhecimentos relevantes aos reveses e aos propósitos de aprendizagem. Ademais, Mitre (2008) destaca alguns aspectos essenciais que devem ser desenvolvidas no perfil do educando através das metodologias ativas, tais como: ética, sensibilidade na assistência, trabalho em equipe, cooperação, capacidade para autoavaliação, espírito crítico-reflexivo, criatividade, curiosidade científica, entre outros.

Além disso, Pinto *et al.* (2012), afirmam que pesquisadores atuais têm procurado estudar e aprimorar metodologias que permitam que os educandos desenvolvam a autonomia, a capacidade de autogerenciamento, valores de corresponsabilidade advindas do próprio processo de formação.

Esses autores, relacionam algumas metodologias ativas de aprendizagem que promovem a análise, síntese e avaliação do conteúdo de classe, tais como: a aprendizagem de forma cooperativa, a aprendizagem que está baseada em problemas, aprendizagem entre pares (*peer instruction*), aprendizagem através da utilização de métodos de caso e simulações. Dentre estes tipos de metodologias, a metodologia IpC é a metodologia ativa escolhida para estudo e aplicação neste trabalho de pesquisa.

2.3 Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

É necessário observar como, sob o grande guarda-chuva que é a BNCC (Base Nacional Comum Curricular), nos cabe refletir acerca da utilização da TDIC, MA e Geometria na busca por melhores rotas com vistas a maximizar o processo educativo relacionado à qualidade na educação.

Estamos num momento no Brasil de muita reflexão social, política, educacional e econômica. De acordo com Casaril (2016), os desafios que surgiram fruto de muita mobilização, solicita um olhar crítico e muito bem atento para questões associadas à melhora dos resultados obtidos em avaliações como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – PISA em que força políticas públicas para promover mudanças na educação.

De acordo com documento referente à BNCC, as metodologias ativas não estão descritas diretamente, contudo, as competências específicas de matemática e suas tecnologias para o ensino médio 1, 2, e 5 jogam luz sobre esta abordagem conforme destacado em Brasil (2018).

1. Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, ou ainda questões econômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a consolidar uma formação científica geral.
2. Articular conhecimentos matemáticos ao propor e/ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas de urgência

social, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, recorrendo a conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.

5. Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando recursos e estratégias como observação de padrões, experimentações e tecnologias digitais, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas (BRASIL, 2018, p. 523)

A tecnologia assume um papel de protagonista, uma vez que proporciona transformações tanto na sociedade quanto no trabalho. Em competências gerais da BNCC, existe uma preocupação relacionada com a educação básica decorrente que a maior parte das próximas profissões estarão envolvidas direta ou indiretamente com as TDIC's.

Dessa forma, de acordo com a Brasil (2018), a comunidade escolar que se compromete com os fundamentos científicos-tecnológicos garante aos mais jovens algumas proteções relacionadas às aprendizagens e sobretudo com o desenvolvimento de saberes que lhes permitam agir em uma sociedade que está em mudanças e fundamentada na articulação entre diferentes áreas do conhecimento. (Brasil, 2018).

São palavras que estão presentes na BNCC e que impulsionam novas técnicas e métodos que são mais bem adequados para lidar com o novo paradigma, que é a formação do educando para o século XXI. As metodologias ativas automaticamente se impõem como forte tendência dentro desse contexto, que vem sendo utilizada em conjunto com as TDIC no auxílio na formação dos educandos.

A BNCC assegura aos educandos o desenvolvimento de dez competências gerais através da mobilização de habilidades, conhecimentos, valores e atitudes. BRASIL (2018). Três competências que dialogam diretamente com o objetivo desta dissertação de integrar conhecimento de geometria e tecnologia.

No contexto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a competência geral 2 da área de ciências da natureza propõe que os educandos compreendam os conceitos fundamentais e dominem os processos de investigação científica. A segurança para debater questões científicas, tecnológicas e socioambientais é central. Ao utilizar o software *Tracker* para a análise de experimentos, os educandos desenvolvem uma compreensão mais sólida dos conceitos de geometria e ciências, explorando a prática científica de forma aplicada e contextualizada.

A competência geral 3 da área de ciências da natureza destaca a importância de analisar e explicar fenômenos naturais, sociais e tecnológicos. A curiosidade e o conhecimento são ferramentas para resolver problemas, e isso se reflete no trabalho com o *software tracker* e na construção de pluviômetros artesanais. Esses experimentos possibilitam que os educandos se engajem diretamente com processos tecnológicos e naturais, fortalecendo a habilidade de compreender e explicar esses fenômenos de maneira prática e aplicada.

Por fim, a competência geral 6 incentiva o uso de tecnologias digitais para resolver problemas e explorar fenômenos. No trabalho apresentado, a integração de ferramentas digitais, como o *Tracker*, e a prototipagem dos pluviômetros, demonstram como o uso da tecnologia pode enriquecer o processo de aprendizagem. Os educandos não só utilizam essas ferramentas para entender a ciência por trás dos experimentos, mas também para aplicar esse conhecimento de maneira criativa e relevante, contribuindo para uma aprendizagem ativa e significativa.

2.4 Frasco de Mariotte

Conforme a figura 4, o frasco de Mariotte é um instrumento que frequentemente é utilizado para entender o escoamento constante ou vazão de um líquido. De acordo com Maroto, Dios e Nieves (2002), é um dispositivo que viabiliza o fluxo constante de fluídos (Bashyal, Mulvaney e Bean, 2019) . Vale reforçar também que Maroto, Dios e Nieves acrescentam um trecho histórico sobre onde o frasco de Mariotte foi muito utilizado no século XIX, em lamparinas com óleo para iluminação. Descrevem que se trata de um frasco fechado, cuja tampa é atravessada por um tubo vertical, para atingir o objetivo de fluxo constante, a extremidade inferior do frasco de Mariotte precisa estar submersa todo o tempo no líquido que se encontra contido no frasco.

Ao passo que Bashyal, Mulvaney e Bean exploram o uso de um sifão Mariotte que é baseado no princípio do frasco de Mariotte para realizar medições precisas de infiltração de água em solo.

Figura 4: Frasco de Mariotte



Fonte: o autor

Dessa forma, o frasco de Mariotte é útil para entender o funcionamento da pressão exercida sobre líquidos dentro de um frasco. Nesta dissertação, iremos estendê-la para realizarmos uma simulação de chuva para uso dos experimentos em ambientes controlados, ou seja, medição de chuvas com os pluviômetros (artesanal e robótico) em sala de aula, laboratório e sala *maker*.

A atividade de preparo e confecção de um frasco como este com os educandos, consiste tê-lo no instante inicial cheio de líquido, em seguida, passamos a vedá-lo na extremidade superior, com um material que não permita a passagem de ar. A exceção é manter uma conexão entre os meios externo e interno através de um tubo superior e, na parte inferior um outro tubo na saída.

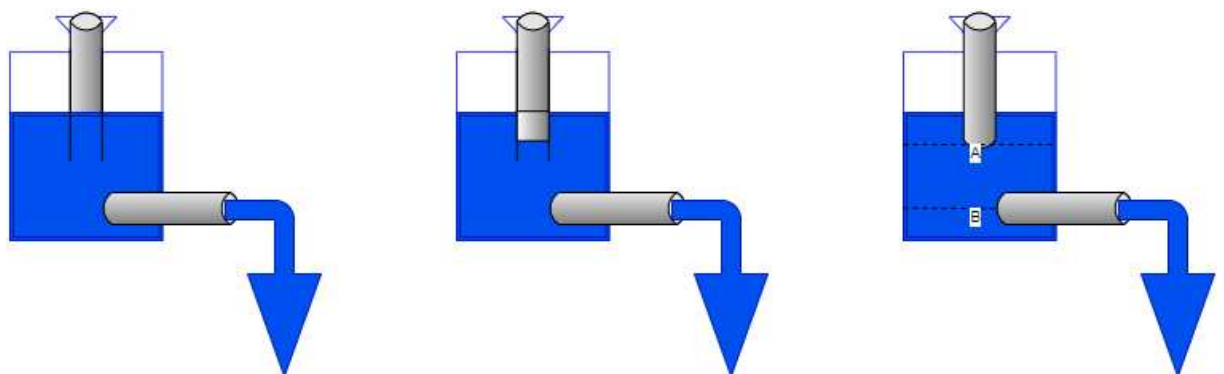
Nota-se a princípio, que inicialmente, tanto nível do líquido dentro do tubo superior quanto o nível do líquido dentro do frasco são os mesmos, onde podemos observar a ação da pressão sobre estas duas superfícies.

Enquanto a água flui para o lado externo do frasco, o nível do líquido localizado no interior do frasco começa a descer. O ar dentro do frasco está localizado acima da água, ou seja, no espaço superior, onde é selado na parte externa, assim, o nível da água diminui simultaneamente em que ocorre o aumento do volume, a pressão que exercida na superfície do líquido dentro do frasco diminui.

A Figura 5 apresenta três desenhos, sendo que no desenho central, o nível do líquido dentro do tubo diminui para compensar o volume que falta no interior do frasco. As bolhas que eventualmente escapam do tubo, localizado na extremidade superior, servem para equilibrar o fluxo de saída. O nível do líquido no tubo superior corresponde à altura da ponta inferior desse tubo. Na Figura 5, são marcados dois pontos, A e B. A pressão no ponto A atua tanto no tubo superior quanto em todo o frasco. A pressão sobre o nível do líquido no ponto B permanecerá constante enquanto o nível do líquido no frasco estiver acima da ponta inferior do tubo, onde está o ponto A.

Dessa forma, a vazão do líquido através do tubo inferior é determinada pela diferença de pressão entre os pontos A e B no interior do tubo superior, independentemente da quantidade de líquido dentro do frasco. Portanto, mesmo com o nível do líquido no frasco diminuindo lentamente, o sistema continua funcionando da mesma forma.

Figura 5: Princípio de funcionamento do frasco de Mariotte



Fonte: o autor

2.5 Delineamento quase-experimental

Este conceito acerca do delineamento experimental está fortemente

apresentado na obra de Campbell e Stanley, o entendimento por delineamento de uma pesquisa é formado tanto pelo plano de trabalho que o pesquisador propõem quanto a técnica escolhida por ele para selecionar as amostras, tratar e analisar seus dados.

O trabalho de Campbell e Stanley (1963) traz uma notação mais clássica, sendo a que iremos utilizar. Os autores consideram para uma observação a letra O, quando a letra O estiver acompanhada de um subíndice é a indicação de observação particular de uma série, lembrando que o índice funciona apenas como uma etiqueta para uma dada observação.

Quando um determinado delineamento oferece pouco ou nenhum controle das variáveis, este passa para categoria de não-experimental ou pré-experimental, ao passo que em cenários aos quais o pesquisador tem muito controle destas variáveis são considerados de delineamento experimental. Finalmente, cenários com nível de controle médio são considerados delineamento quase-experimental. O delineamento quase-experimental foi utilizado nesta dissertação.

Embora tenham se passados mais de cinquenta e oito anos deste a publicação de Campbell e Stanley (1963) ainda hoje encontramos trabalhos publicados dentro das classificações de delineamento não-experimental ou pré-experimental proposto por eles.

O escopo desta dissertação foi o delineamento identificado por Campbell e Stanley como delineamento quase-experimental, uma vez que neste cenário de pesquisa falta a este pesquisador:

even though he lacks the full control over the scheduling of experimental stimuli (the when and to whom of exposure and the ability to randomize exposures) which makes a true experiment possible. (CAMPBELL E STANLEY, p.34, 1963)

Uma tradução nossa para o trecho poderá ser dada da seguinte forma: mesmo que ele não tenha controle total sobre a programação de estímulos experimentais (o quando e para quem da exposição e a capacidade de randomizar exposições) que torna possível um verdadeiro experimento.

Além disso, todos os delineamentos pertencentes ao grupo quase-experimental carecem do rigor e controle existentes nos delineamentos pertencentes ao grupo experimental, todavia, podem ser utilizados quando o cenário não permitir o uso de delineamento experimental.

O delineamento de tipo série temporal consiste em observar os sujeitos diversas vezes antes de aplicar o tratamento X e observar diversas vezes após a aplicação do tratamento X.

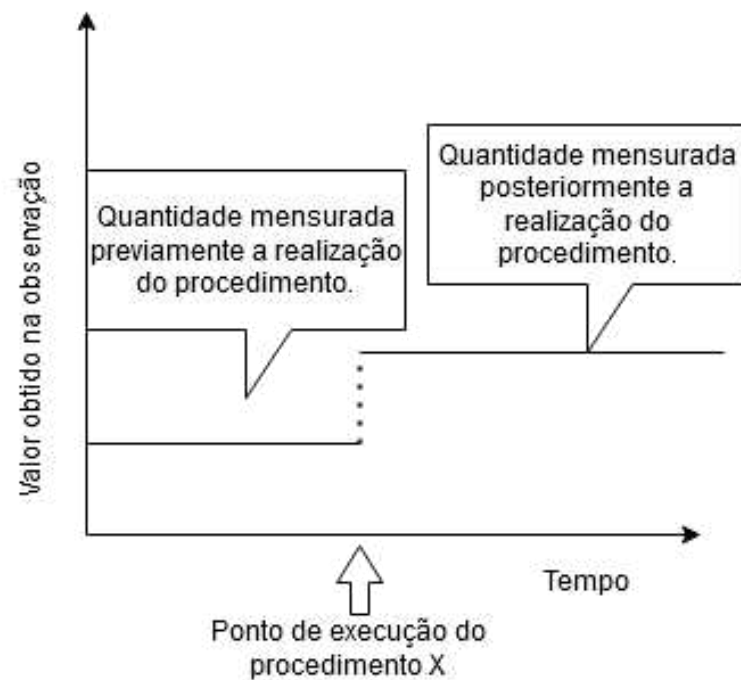
Por exemplo: $O_1 O_2 O_3 O_4$ X $O_5 O_6 O_7 O_8$

De acordo com Campbell e Stanley (1963), consideram importante a premissa de que antes do tratamento as observações sejam quase que homogêneas, portanto, sem variações, apresentando um padrão claro e preciso, havendo qualquer alteração, podendo ser para mais ou para menos, e que, na sequência, ocorra uma nova estabilização, com a representação de um novo padrão, neste caso, este salto quantitativo para mais ou para menos da série temporal poderá ser considerado como evidência do efeito do tratamento X.

Delineamento de série temporal implica na existência de um só grupo, o que é uma vantagem, uma vez que, por diversas vezes é difícil obter-se dois grupos de sujeitos. Note-se que também implica em muito mais observações, o que ajuda a minimizar as deficiências existentes em delineamentos no qual é observado apenas um grupo sob a ação de um tratamento, todavia, não exclui.

Nos capítulos seguintes desta pesquisa será detalhado a metodologia utilizada, na qual será possível perceber a compatibilidade com o delineamento quase-experimental definido anteriormente, será possível perceber que os educandos serão observados cuidadosamente durante algumas semanas e, durante este período, deverão ser realizadas diversas medições, através de testes de aproveitamento antes de lançar mão de um novo conteúdo. Outrossim, após o uso da estratégia, os alunos serão novamente observados durante algum tempo, oportunidade em que serão realizados novos registros. Nota-se diferenças, qualitativa, quantitativas no desenvolvimento dos educandos, após o uso desta nova estratégia, servindo como evidência de concretização da estratégia sobre a aprendizagem cognitiva ou afetiva dos educandos. Este trecho deverá entrar depois da experimentação.

Figura 6: Modelo esquemático utilizando o delineamento Série Temporal



Fonte: Campbell e Stanley (1963)

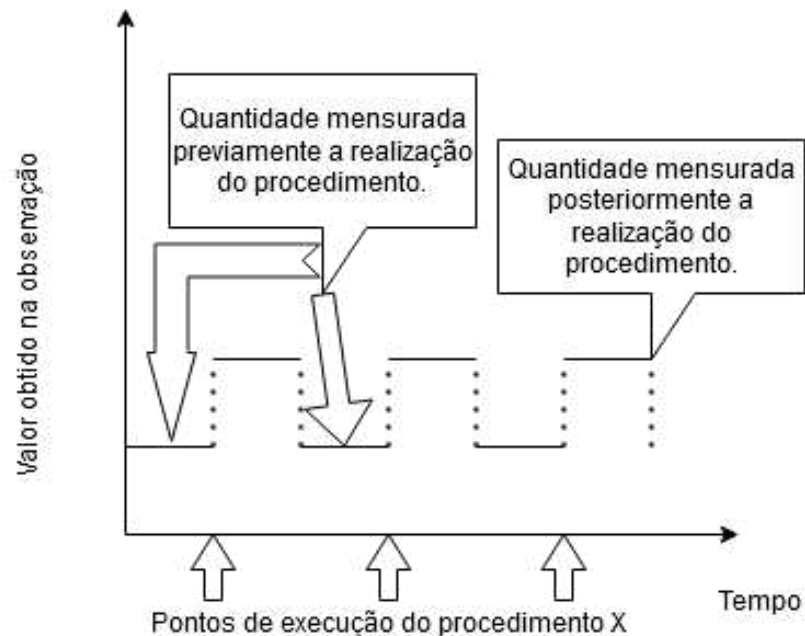
O delineamento de tipo amostras temporais equivalentes é uma variação do delineamento temporal apresentado anteriormente, neste caso, é introduzido a variável experimental (o tratamento X) alternadamente as observações do grupo.

Por exemplo:

$$O_{21} \text{ X } O_{22} \text{ X}_0 \text{ } O_{23} \text{ X } O_{24} \text{ X}_0 \text{ } O_{25} \text{ X } O_{26} \text{ X}_0 \text{ } O_{27} \text{ X } O_{28}$$

A Figura 7 representa um esquema do delineamento de tipo de amostras temporais, a visualização deste delineamento permite enxergar que o procedimento X foi bem-sucedido na modificação do grupo observado.

Figura 7: Modelo esquemático utilizando o delineamento séries temporais equivalentes



Fonte: Campbell e Stanley (1963)

No delineamento de tipo de amostras temporais equivalentes realizam-se as observações da amostra e em seguida são realizadas a execução do procedimento, na sequência, uma nova observação é realizada e um novo procedimento é executado e assim sucessivamente de forma alternada. A representação X_0 é a simbolização do procedimento, o estudo é realizado a partir da coleta dos valores médios do grupo, antes e depois da execução do procedimento

2.6 O software *tracker* e a *videoanálise*

É necessário observar sobretudo que o *Tracker* é um *software* livre que proporciona a oportunidade de realizar a *videoanálise* dos vídeos quadro a quadro. Foi desenvolvido pelo professor Doug Brown em colaboração da *Open Source Physics*. Professor do Cabrillo College, Doug Brown desenvolveu o *software* em linguagem de programação *Java*. Com uma proposta de mostrar o ensino de ciências diferenciado, o autor encontrou uma maneira para realizar a combinação entre a modelagem computacional e os vídeos.

É uma importante ferramenta para proporcionar uma melhor compreensão do conhecimento através de experimentos utilizando vídeos. Os diversos ambientes da unidade escolar são transformados em locais potenciais para a aquisição do conhecimento através da experimentação com a videoanálise, são locais ideais para a troca de ideias sobre experimentação entre eles e entre educandos e educador.

O *software Tracker* proporciona o estudo do movimento (posicionamento, velocidade e aceleração) oriundas de recortes das filmagens realizadas, nesta dissertação, pelos educandos com seus respectivos smartphones.

O uso deste *software* é comparativamente simples quando nos referimos a um contexto de uso e coleta de dados em experimentos de física. Permite, inclusive, a análise de dados a partir da visualização de gráficos das coordenadas cartesianas.

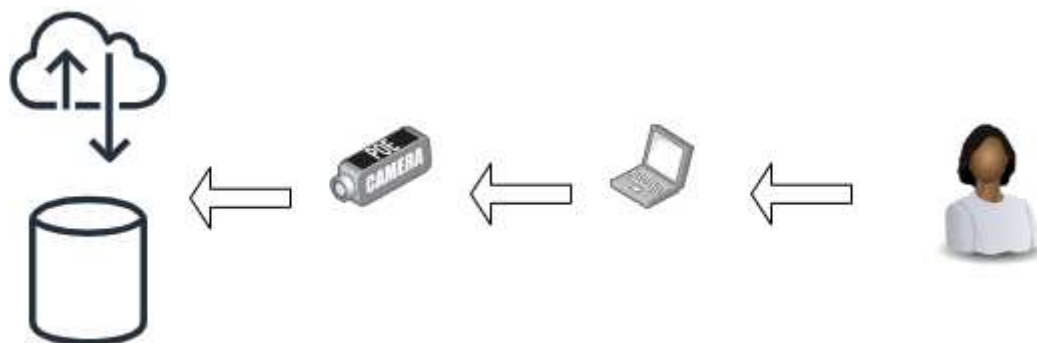
Por outro lado, a aquisição de conhecimento através da experimentação, é imprescindível sem que ocorra um direcionamento sobre o que se deseja dentro do campo de exploração, sobretudo dentro de um contexto de salas de aula ou laboratórios escolares. Certeza de que a aquisição do conhecimento é um processo complexo que exige estruturas cognitivas, contexto e sobretudo de conhecimentos prévios, portanto, espera-se que o educando se familiarize com ideias e modelos novos.

Verifica-se ainda que o *Tracker* possibilita ao educando a oportunidade para fazer e refazer os modelos a partir da realidade através dos vídeos que foram gravados por eles. É uma oportunidade para que ocorra uma aproximação entre educando e experimentos, ponto imprescindível para o desenvolvimento das habilidades associadas ao pensamento crítico Neves e Marranghello (2022), Melo *et al.* (2022).

Dessa maneira, a aproximação mencionada anteriormente se mostra de elevada importância uma vez que dificilmente seria possível conseguir esta aproximação com o uso de resolução de exercícios teóricos pelo educador em sala de aula ou através do uso do livro didático.

Portanto, certeza de que os artifícios computacionais proporcionam a exploração dessas modelagens de maneira mais concreta, proporcionando oportunidades ao educando para explorar e entender determinadas funções ou parâmetros, com isso, os educandos adicionam significados aos parâmetros ou funções. A figura 8 ilustra o uso do *tracker* para a determinação do volume do cilindro por um educando.

Figura 8: *Tracker* com volume de um cilindro



Fonte: o autor

Diferentemente de alguns *softwares* de modelagem, o *Tracker* não exige o uso de sintaxe de programação por parte daqueles que os estão manuseando, assim, tanto educandos do ensino médio quanto do ensino superior ou educadores não encontram dificuldades. O *Tracker* é uma excelente ferramenta para o ensino aprendizagem de física, matemática.

De acordo com Jesus (2014), Brown e Cox (2019), a videoanálise permite que os educandos observem e analisem a movimentação de objetos em detalhes, facilitando a construção de funções e gráficos correlacionados. Essa abordagem é fundamentada na necessidade de associar questões do cotidiano com a geometria, promovendo um aprendizado mais significativo.

Ademais, por ser considerado descomplicado por muitos, esta característica potencializa a aquisição do conhecimento por quem precisa manipulá-lo, assim, educando e educadores com conhecimento superficial envolvendo os principais recursos do *software* livre *Tracker*, são perfeitamente capazes de realizar experimentos e a videoanálise.

Assim, sob o ponto de vista da BNCC, o *Tracker* proporciona ao educando, oportunidades para aprender com a “mão na massa”, ou seja, aprender fazendo ou explorando, assim o educando pode testar e avaliar seus próprios modelos de maneira a validar ou não o seu simbolismo matemático ou pode explorar os cenários proposto pelo educador.

Desta maneira, esta dissertação parte deste ponto para a utilização do *software tracker* com os educandos do ensino médio envolvidos no experimento para a determinação do volume de um cilindro bem como o volume de um paralelepípedo.

2.7 Plataforma Arduino

É preciso pontuar de início que de acordo com Menezes (2019), o Arduino⁴ é uma plataforma de código aberto, possui *hardware open source*, que em associação com o *software*, permite o desenvolvimento de protótipos para diversas finalidades, a plataforma é capaz de interagir com troca de informações com diversos sensores, atuadores, entre outros componentes. Neste trabalho de pesquisa, o protótipo foi conectado ao pluviômetro do tipo báscula, ao sensor de pulso, com vistas a responder a programação implementada no Arduino.

Com origem na Itália, o Arduino foi lançado em 2005, com o propósito de ser uma plataforma para prototipação descomplicada no seu entendimento, acessível no que se refere ao uso, possui fácil programação (Sanches *et al.* 2017).

Em segundo plano, a plataforma Arduino foi delineada para uso de qualquer pessoa com interesse em eletrônica. Fatores como o baixo custo, facilidade de uso e disponibilidade de material, transforma a plataforma Arduino excelente para montagem de experimentos por educadores e educandos.

Diversos trabalhos já foram publicados com uso da plataforma Arduino com o intuito de tornar o ensino de matemática e/ou da física mais envolvente para os educandos do ensino médio, dentre eles: Sanches *et al.* (2017), Pinheiro (2009), Oliveira *et al.* (2019),

Sanches *et al.* (2017), em seu artigo intitulado “Proposta de pluviômetro de baixo custo utilizando a plataforma de prototipagem Arduino” traz resultados de um estudo comparativo entre o pluviômetro de baixo custo e pluviômetro convencional.

Ademais, com uma forte preocupação em coletar os dados climáticos confiáveis e simultaneamente com baixo custo, os pesquisadores desenvolveram e validaram um protótipo em que os dados coletados foram analisados com métodos estatísticos de correlação linear, sendo, portanto, comprovado que o pluviômetro de baixo custo é confiável, uma vez que os dados de mostraram homogêneo em relação aos pluviômetros de referência.

Desta maneira, esta dissertação parte deste ponto para a utilização do pluviômetro de baixo com educandos do ensino médio que poderão levar o

⁴ Arduino é a placa de prototipagem eletrônica, criada, desenvolvida e implementada na Itália, possui código aberto tanto para *software* quanto para o *hardware*. Disponível em: <http://www.arduino.cc>.

pluviômetro confiável para suas residências e avança sentido de realizar um estudo em comparação com o pluviômetro robótico.

Na área da Defesa e Segurança Civil, destaque para a dissertação de Pinheiro (2009), intitulada: “Mitigação dos impactos de precipitação nas encostas e mobilização da sociedade civil: estudo de caso do município de Petrópolis (RJ)”. Nesse trabalho, foi apresentado um estudo de caso relacionado a mobilização social no que se refere a conscientização da população aos riscos provocados por chuvas intensas.

De acordo com o autor, o município adotou como instrumento de mobilização o pluviômetro artesanal do tipo PET, o seu trabalho também realizou um comparativo entre o que foi adotado com um pluviômetro padrão.

Os resultados da pesquisa relacionados a este aspecto demonstraram que os dados coletados com os pluviômetros tipo PET⁵ são compatíveis com os valores do pluviômetro padrão. De acordo com o autor, a COMDEC (Coordenadoria Municipal de Defesa Civil) de Petrópolis foi o órgão que encontrou e adotou o pluviômetro artesanal como solução de alerta juntos as comunidades.

Pinheiro (2009) adotou uma metodologia na qual garante uma comparação referente aos valores de precipitação relacionados a dois pluviômetros do tipo PET e um pluviômetro padrão tipo *Campbell*. A correção estatística entre as séries de dados obtidas é grande e favorável.

Um outro artigo intrigante é o Oliveira *et al.* (2019) intitulado: “Pluviômetro Automatizado de código aberto e custo baixo utilizando a plataforma Arduino”, é uma iniciativa relacionada a resolver a questão em que um número reduzido de municípios não consegue implementar o monitoramento com pluviômetros automáticos.

De acordo com Oliveira *et al.* (2019), o desenvolvimento e projeto pluviômetro automatizado de código aberto e baixo custo, surfa nos avanços tecnológicos relacionados ao paradigma da *Internet of Things* (IoT), conectividade com rede internet sem fio, sensores de alta precisão.

Nesse projeto de pluviômetro, procurou mesclar as vantagens existentes nos dois modelos que estão disponíveis no mercado, ou seja, existem modelos de sistemas semelhantes e já implementados com custo acessível, porém sem precisão ou acurácia e, existem modelos de sistemas entregam maior exatidão, contudo,

⁵ Tipo de plástico utilizado em garrafas de refrigerante, por exemplo. Politereftalato de etileno (PET).

possuem um custo mais elevado, além de fornecerem dados fechados, que são os dados em que para o cliente ter acesso é necessário pagar por um plano associado.

Este trabalho de pesquisa também é uma continuidade da pesquisa de Batista (2019), na qual o autor destaca a importância de organizar uma rede escolar em que os educandos são os protagonistas na observação do clima, com enfoque CTSA, com práticas de uma educação científica e sobretudo com o desenvolvimento de consciência ambiental.

Destaca-se para melhoria no sentido de avançar com o desenvolvimento de uma rede de observação escolar e o desenvolvimento de protótipo robótico.

3 ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA

Muito se discute sobre a importância do ensino de geometria, neste capítulo, são comunicados alguns resultados referentes às pesquisas que foram realizadas recentemente dentro do contexto do processo de ensino-aprendizagem de geometria.

É necessário pontuar sobretudo que a geometria demanda que o educando realize o raciocínio de uma maneira peculiar, utilizando-se de formas específicas para explorar e descobrir, assim, o ensino de geometria não deve ser limitado às demandas associadas à didática-pedagógica do currículo escolar.

Além disso, é a base para o desenvolvimento do pensamento visual e do raciocínio espacial. Estimular o estudo da geometria é significativo para o progresso de habilidades importantes associadas a realização de uma leitura de contextos gerais. Em outras palavras, o educando quando recorre à visualização, evita que a visão da matemática fique distorcida.

Entende-se que são argumentos suficientes que motivam que o ensino de geometria fuja de propostas que maximize a memorização ou técnicas automatizadas. Por outro lado, os educandos quando vivenciam a construção dos conceitos de geometria através de tarefas em que lhe são dadas oportunidades de explorar, criar, argumentar ou sugerir hipóteses, eles conseguem elucidar os conceitos abstratos que por sua vez facilitará a comunicação de conceitos matemáticos.

Portanto, como o objetivo deste estudo é investigar o quanto de aprendizado sobre geometria um educando consegue absorver utilizando a tecnologia como recurso (videoanálise, protótipo robótico) no processo de construção de conhecimento geométrico sendo mediadas pela metodologia ativa IpC.

Além disso, a teoria de aprendizagem que foi descrita no capítulo II permite trazer os resultados de trabalhos recentes em dois segmentos:

- a) Visualidade ou percepção e entendimento.
- b) Geometria e a tecnologia.

Primeiramente é preciso pontuar acerca da contribuição dos trabalhos realizados por Raymond Duval para a comunidade relacionada à educação matemática. Duval colocou luz nas questões envolvendo a representação semiótica sob o ponto de vista da matemática, ou seja, tratou de ratificar que os registros de

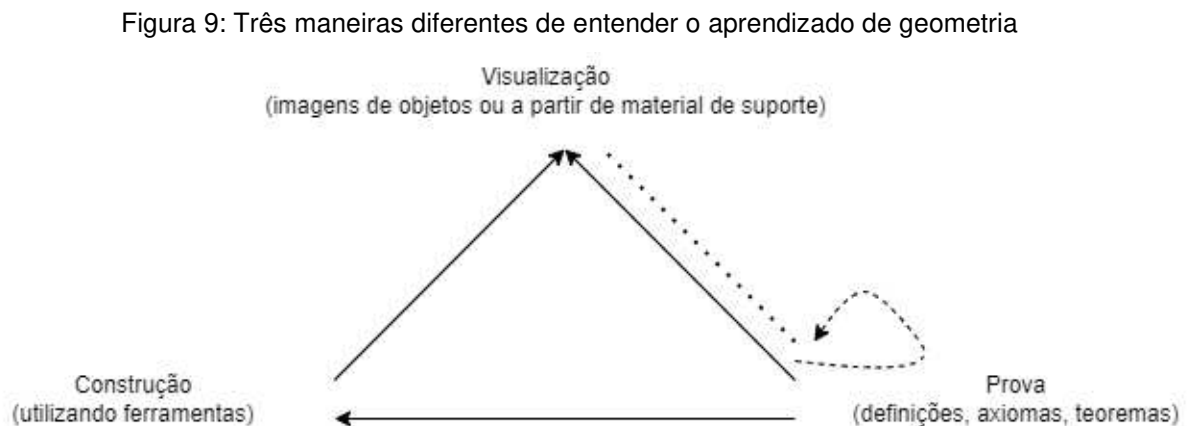
representação semiótica são importantes para a constituição de objetos matemáticos e para a apreensão do conhecimento matemático.

Em trabalhos recentes como as pesquisas de Silva e Lustosa (2022), demonstrou como essas representações melhoram a compreensão cognitiva e as habilidades de resolução de problemas dos estudantes, especialmente em atividades colaborativas. Mendes e Silva (2018) investigaram o papel das representações semióticas em atividades de ensino de matemática, mostrando como o contato com diferentes registros semióticos enriquece a compreensão dos objetos matemáticos, fundamentando-se nas teorias de Duval. Ribeiro Junior, Vieira e Costa (2021) discutem a aplicação da teoria de Duval no ensino de funções matemáticas, enfatizando a importância de envolver os alunos ativamente na tradução entre diferentes formas de representação semiótica, o que potencializa o aprendizado e a compreensão das propriedades matemáticas.

Sendo assim, dentro do escopo de percepção e entendimento, no qual Moretti (2012), descreve que o aprendizado de geometria está associado a três maneiras de diferentes de ver, que por sua vez estão totalmente independentes umas das outras:

- Método de visualidade ou percepção em associação a representação espacial;
- Método de construção utilizando-se de ferramentas como lápis, papel, régua, transferidor, compassos e TDIC;
- Método de raciocínio, marcado pelas demonstrações matemáticas (definições, teoremas etc.).

A figura 9 ilustra a visualização:



Fonte: Duval, 1995

Estes métodos podem ser realizados de maneira independente um do outro. Além disso, a visualização não é dependente da construção, a visualidade ou percepção é um dos caminhos para o desenvolvimento das competências em qualquer ponto da construção. Por outro lado, o método de construção é dependente do resultado da união entre as propriedades matemáticas (relacionadas ao que se deseja construir), com algumas ferramentas necessárias.

Vale destacar também, o método de raciocínio em que se torna um apoio importante para a intuição do educando. Em determinados momentos, é necessário que o educando encontre uma argumentação para o raciocínio referente ao desenvolvimento daquela prova matemática, assim, para o educando desenvolver o seu raciocínio em demonstrações matemáticas, ele precisa lançar mão de proposições.

Toda a atividade em que envolve a geometria exige, implicitamente ou explicitamente, uma comunicação entre os três métodos descritos anteriormente (visualidade ou percepção, a construção, raciocínio).

Para o sucesso no progresso da aprendizagem em geometria e no desenvolvimento do conhecimento (matemático ou geral) do educando é importante a integração envolvendo esses três diferentes métodos e igualmente necessária. Fica claro o quão complexo é o processo mental relacionado a construção de um determinado conceito ou comprovação em geometria.

Verifica-se ainda que os estudos recentes publicados no desenvolvimento no campo do ensino e aprendizagem em geometria retratam acerca das interações entre o educando com os objetos manipulativos, exercendo um papel importante no processo de ensino e aprendizagem em geometria.

Nos trabalhos recentes, as pesquisas em geometria são estimuladas por novas ideias que são procedentes da matemática bem como de outras disciplinas como a Física ou Ciência da Computação, assim é importante avançar no desenvolvimento de uma educação que proporciona uma educação visual.

Segundo Martins (2020), tanto os trabalhos relacionados ao pensamento matemático que se iniciam na pré-escola e terminam na universidade quanto as pesquisas em educação matemática, estão envolvidos pela “compreensão de” e pela “atividade sobre” os objetos no ambiente. Sendo assim, a prática pedagógica, realizada através da resolução de problemas em associação à realidade do educando,

tem grande probabilidade de apresentar bons resultados, uma vez que apreender conhecimentos oriundos da realidade do educando favorece o desenvolvimento do conhecimento teórico relativo ao estudo da Matemática. Neste trabalho de pesquisa, além dos pontos ratificados por Martins, a metodologia ativa IpC está presente como mediadora do processo.

Três componentes da atividade humana são destacados e analisados separadamente; a compreensão, o pensamento e a ação. É importante ressaltar que este simples destaque nos permite refletir mais acertadamente sobre as atividades matemáticas, sobretudo, no uso de objetos manipulativos vinculados com a experimentação. Desta maneira, o educando passa mais tempo pensando nas atividades matemáticas relacionadas sobre estes objetos e realizando ações como construção e percepção sobre geometria com os objetos experimentados.

Ademais, diferentes formas de desenvolvimento podem ocorrer simultaneamente e de maneira independente. Um deles está relacionado com o espaço visual que passa para o verbal, depois é levado à prova, outra forma de desenvolvimento é a utilização de símbolos para auxiliar na representação tanto na ação ou manipulação quando no pensamento acerca dos objetos. Este trabalho de pesquisa tem o foco na ação sobre os objetos.

Vale destacar também que a compreensão da geometria é resultado direto do reforço das vivências que são decorrentes das trocas com o meio ambiente, das experiências passadas e imagens. A aprendizagem acontece em grande parte quando ocorre a interpretação dada a essas vivências. Portanto, a compreensão tem chances de ser influenciada pela forma de pensar, pela expectativa de momento, pela atitude, sendo extensível ao processo de aprendizagem.

De acordo com Wildner (2015) em seu trabalho de pesquisa, trouxe resultados que registram que a robótica pode ser um meio para auxiliar na aprendizagem, sobretudo, com conteúdo associados à geometria.

Ademais, procurou abordar o problema de pesquisa dela para saber se a robótica poderia ou não contribuir na aprendizagem significativa da geometria, o caminho investigativo procurou analisar se as atividades que foram trabalhadas são potencialmente significativas para a aprendizagem de conceitos relacionados à geometria plana. Implementou alguns recortes, tais como no conteúdo de geometria plana e um outro recorte no nono ano do ensino fundamental 2.

Wildner (2015) trouxe dados que indicaram que os educandos não tinham o domínio de conceitos relacionados às áreas e aos perímetros, sobretudo em figuras de formato irregular antes da pesquisa, e que, ao final, conseguiram relacionar às contribuições da robótica.

Com relação a videoanálise, Junior *et al.* (2012) contribuíram com a experiência de aplicação do *tracker* com educandos dos cursos de Física e Engenharia da Computação, na qual foi possível trabalhar com atividades experimentais envolvendo conteúdos de movimento acelerado, assim como a segunda Lei de Newton. Junior *et al.* (2012) validaram a utilização da videoanálise com o *software tracker*, onde deram o devido destaque à importância da realização de atividades com tecnologias educacionais livres e de baixo custo.

Vale destacar também a enorme contribuição dos resultados do trabalho de pesquisa realizado por Nascimento (2019) para a relação envolvendo o binômio ensino e aprendizagem da matemática e da física, nas quais foram percebidas a evolução do grupo no que se refere a contextualização e troca de experiências. Tendo os resultados analisados através da análise estatística de ganho, utilizando-se o delineamento quase experimental (QE) sugerindo que a utilização da metodologia ativa (IpC) como potencial mediadora relação ensino aprendizagem.

Ainda convém lembrar que Nascimento (2019) desenvolveu materiais instrucionais pedagógicos para auxiliar no passo a passo do uso do *software tracker* na unidade escolar. Tendo trabalhado a videoanálise dos experimentos sugeridos com os educandos onde implementou recortes no conteúdo de funções afins e quadráticas tanto com educandos do nono ano do ensino fundamental. Seu problema de pesquisa foi entender como a Metodologia Ativa de Instrução pelos Colegas, a partir da videoanálise de experimentos, pode contribuir para aprendizagem de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental acerca de funções? Nascimento (2019) não só conseguiu responder a esta pergunta como conseguiu manter o interesse na participação positiva das atividades propostas.

De acordo com Lutz (2021), o conhecimento é identificado na representação visual, ou seja, na visualização. O educando tem uma tendência por pensar em termos de imagens mentais, tudo aquilo que não se consegue imaginar de maneira visual tem uma tendência de torna-se mais complicado a percepção mental. Assim, a representação visual ajuda na distribuição da informação.

Ademais, o progresso gradativo no aprendizado da matemática está associado em praticar a matemática. Desta maneira, tanto o aprender quanto o compreender matemática são valorizados através das oportunidades apresentadas para trabalhar com as diferentes representações de uma mesma ideia, assim estabelecendo conexões lhe permitirá identificar bem as restrições.

Verifica-se ainda que é parte fundamental para a construção de um conceito, que o educando tenha a compreensão dos dados concretos da experimentação. França (2019) destaca que na modelagem são utilizadas as equações no modelo teórico para produzir os quadros e gráficos, por outro lado, na videoanálise, são realizadas o registro e análise dos dados, o confronto dos resultados da videoanálise com os dados do modelo teórico são as oportunidades para discussões e conclusões através da experimentação.

As diferentes atividades que são propostas neste trabalho de pesquisa são na verdade estímulos para que o educando utilize a sua capacidade mental para criar e imaginar. Portanto, as oportunidades que são oferecidas aos educandos são propícias para o desenvolvimento de diferentes representações e sentidos mentais.

Por todos estes aspectos, a hipótese proposta pela TDIC (videoanálise, protótipo robótico), em todas as diversas expressões, são oportunidades para criar diferentes maneiras para o conhecer, ou seja, é o pensar de maneira diferente da maneira anterior, é a oportunidade de conhecer o mundo sob outro prisma, para isso, é necessária uma mudança de paradigma, tanto no acesso do educando ao conhecimento em áreas distintas quanto na aquisição do conhecimento.

4 METODOLOGIA

A presente pesquisa está fundamentada no ensino e aprendizagem de conceitos geométricos utilizando-se de diferentes experimentações. Esta pesquisa utilizou as teorias citadas no capítulo II para explicar e sobretudo ratificar os resultados oriundos deste trabalho.

Ainda convém lembrar que a abordagem metodológica que aplicamos na pesquisa, procurou usar o conteúdo bem como a organização das diversas partes a serem aprendidos como marcos iniciais das investigações. Assim, os aspectos relacionados à capacidade de entender determinado conteúdo, as trocas entre colegas referentes as possíveis dificuldades, o processo de aprendizagem e o desenvolvimento do conhecimento são pontos relevantes.

A presente investigação é norteada pelos objetivos específicos:

- a) Identificar as habilidades e dificuldades dos educandos em relação aos conteúdos de Geometria;
- b) Desenvolver o entendimento acerca de procedimento científicos de medição da quantidade de chuva;
- c) Implementar uma sequência didática para abordagem de conteúdos de Geometria propostos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), envolvendo atividades de pesquisa, videoanálise e prototipação;
- d) Analisar se as atividades propostas contribuem para o desenvolvimento das competências em Geometria, como letramento, raciocínio e pensamento geométrico;
- e) Analisar estatisticamente os resultados dos pré-testes e pós-testes por meio do ganho;
- f) Desenvolver, como produto educacional, uma sequência didática para o ensino de conteúdos básicos de Geometria, considerando o processo e resultados da experiência desenvolvida e vivenciada nesta pesquisa.

4.1 Análise preliminar

No capítulo III, foi possível verificar os resultados de trabalhos realizados no âmbito nacional em relação à educação matemática. Estes resultados nos revelam,

de uma maneira geral, a forma com a qual a Matemática, sobretudo da geometria, vem sendo ensinada, ou seja, costumeiramente não automatizada e contextualizada em diversos níveis de estudo. O ser humano quando executa atividades rotineiras corre o risco de cair na desvalorização do desenvolvimento do seu argumento e do seu modo de pensar.

Em segundo plano, na unidade escolar, local dessa pesquisa, também onde o pesquisador trabalha, os educadores seguem a recomendação de utilizarem o currículo mínimo como proposta pedagógica de trabalho com os conteúdos relacionados às séries em que atuam.

Vale destacar também que foram percebidos que os livros didáticos com o tempo, possuíam uma forte preocupação para treinar os educandos a executarem os algoritmos de maneira automatizada e, às vezes, descontextualizada. Por este motivo e, sobretudo pelo fato de que dos educandos frequentemente não saberem interpretar o que liam, eles (os educandos) apresentam uma enorme dificuldade com a resolução de problemas, sobretudo, os que estão relacionados à matemática.

Ademais, adota-se nesta pesquisa o pensamento construtivista de educação, percebe-se que o conhecimento não está pronto e precisa de alguma forma, ser repassado para o educando, entendemos que o método de desenvolvimento do conhecimento cobra situações ou ambientes educacionais que estimula o educando a praticar o autodesenvolvimento do conhecimento.

Verifica-se ainda que este estudo tem por objetivo geral apurar a utilização da TDIC (videoanálise, protótipo robótico) e de materiais manipuláveis como ferramentas contributivas ao processo de ensino e aprendizagem de geometria. Neste caso, utilizando-se da metodologia ativa de instrução por colegas (IpC) como mediadora entre a (TDIC e materiais manipuláveis) e a aprendizagem. Sem deixar de lado a preocupação com as questões ambientais, é importante melhorar a percepção dos educandos acerca dos reais problemas que surgem com as mudanças climáticas, sobretudo na localidade onde eles estão inseridos.

4.2 Local e conteúdo

É preciso pontuar de início que as aulas práticas com o auxílio das TDIC's (videoanálise, protótipo robótico) foram aplicadas no Colégio Estadual Olavo Bilac,

localizado no bairro imperial de São Cristóvão, Rio de Janeiro – capital. A Unidade Escolar (UE) possui aproximadamente 1300 educandos divididos em 35 turmas de ensino médio e três turnos. Esta UE possui laboratório de informática e ciências, auditório, biblioteca, sala *maker* e ambiente audiovisual. A pesquisa ocorreu com três turmas de segundo ano do ensino médio regular noturno, no ano de 2023 e, com elas, foram propostas e desenvolvidas atividades, como a manipulação, construção de pluviômetros (artesanal e robótico) e a videoanálise dos experimentos com pluviômetros artesanais.

A sequência didática desta proposta de pesquisa prevê a realização de atividades associadas com aulas práticas e dinâmicas com o intuito de despertar o interesse dos educandos pela atividade matemática e a fixação do conhecimento referente ao estudo do conteúdo de geometria.

As turmas escolhidas nesta atividade de pesquisa foram compostas por educandos com um nível de conhecimento bastante heterogêneo, na faixa etária de 16 a 26 anos de idade, sendo que a maioria dos educandos realizaram o ensino fundamental em escolas públicas da região.

Foram selecionados todos os educandos das três turmas 2009, 2010 e 2011 para o trabalho sob o delineamento quase-experimental no ano de 2023.

A investigação pautou no desenvolvimento de alguns conceitos de geometria (plana e espacial), cálculos de área e volume, aproximação das relações entre medidas, raio, circunferência e diâmetro, número irracional, vazão de líquidos e velocidade, aproveitando-se da dimensão dinâmica que o ensino com a videoanálise e a robótica oferecem para os educandos.

4.3 Os sujeitos dessa pesquisa

Com uma amostra de 107 educandos do segundo ano do ensino médio regular noturno da UE. Sendo 39 educandos da turma 2009, 34 para a turma 2010 e 34 para a turma 2011. Todas as aulas foram desenvolvidas na sala *maker* da UE. Este espaço contém materiais de uso diverso. Esta pesquisa foi autorizada a ser realizada pelo Conselho de Ética em Pesquisa (CEP), através do parecer número 6.265.791. Os educandos maiores de 18 anos assinaram os termos no momento da entrega e os educandos menores levaram para casa para que seus respectivos pais pudessem

assinar assim como eles. Desta forma, houve a concordância de todos sobre os termos.

4.4 Descrição da sequência didática e o desenvolvimento da pesquisa

Tendo em vista os aspectos observados, procurar uma maneira de motivar o educando a engajar na pesquisa, passa por entender que ele precisa fazer alguma atividade com empenho e persistência. Desta maneira, conseguir o envolvimento dos educandos é um enorme passo dentro da enorme caminhada para o sucesso da atividade.

No desenvolvimento do protótipo robótico (pluviômetro) utilizamos a plataforma Arduino. Além do custo acessível, oferece uma programação mais fácil e rápida. Embora a UE tenha recursos de robótica educacional disponíveis, por se tratar de ser apenas um protótipo, o pesquisador utilizou dos seus próprios recursos eletrônicos no experimento, assim não houve custo para a UE.

A proposta desta pesquisa foi o desenvolvimento de uma sequência didática, na qual os educandos praticaram os conhecimentos relacionados à geometria, realizaram a confecção dos pluviômetros e a coleta de dados, por fim, compreenderam o comportamento do pluviômetro quando submetido a diferentes intensidades de precipitação de chuva. A sequência foi desenvolvida em 14 aulas, de 60 minutos.

O detalhamento do desenvolvimento da sequência didática contou com a manipulação de objetos através das experimentações:

Aula 01 – 09/08/2023 – Entrega dos termos de consentimento e assentimento, conversa acerca da pesquisa, orientação para a busca e guarda de garrafas PET para o desenvolvimento do pluviômetro, respeitando o padrão explicado, importante que sejam com laterais lisas. Início do pré-teste com todos os envolvidos no experimento com questões diferentes das questões da sequência, cuja meta foi de apenas demonstrar o funcionamento do *software plickers*.

Aula 02 – 16/08/2023 – Recebimento dos termos assinados, treinos com os educandos que estiveram ausentes na aula anterior, orientação, *feedback* dos educandos acerca das dificuldades em encontrar garrafas PET dentro do especificado, diante disso, garrafas PET de 2 litros totalmente lisas foram adquiridas

pelo pesquisador e entregues na aula seguinte a cada educando participante da pesquisa. Sem custos para a UE. A figura 10 ilustra as garrafas PET.

Aula 03 – 23/08/2023 – Primeira aula em IpC, oportunidade para aplicação da avaliação diagnóstica junto as turmas, utilizando o *software plickers*. Apresentação do problema: Qual é a quantidade de chuva que tem que cair para provocar o alagamento em algumas ruas do meu bairro? É possível prever o possível alagamento? Será que desastres são causados apenas pela água ou são resultado das práticas humanas insustentáveis? Todas as questões anteriores foram debatidas com os educandos como forma de conteúdo disparador. Apresentação dos protótipos de pluviômetros artesanais e robóticos.

Aula 04 – 30/08/2023 – Experimentação com o desenvolvimento do pluviômetro artesanal individual, com aplicação do conteúdo de geometria para determinação do volume do cilindro e comparação com o cilindro padrão, a figura 11 ilustra o comparativo entre o cilindro padrão, garrafa PET com curvas e garrafa PET lisa.

Aula 05 – 06/09/2023 – Consolidação do conteúdo de geometria, ou seja, a base teórica referente a geometria, como áreas, volumes, raios e circunferência etc.

Aula 06 – 20/09/2023 – Segunda aula em IpC, desenvolvimento das questões proporcionalmente relacionadas à matemática e à ciência, com vistas a reposicionar o educando em seu papel frente as mudanças climáticas e o quanto podem afetar a agricultura, o meio ambiente, o local onde vivem.

Aula 07 – 04/10/2023 – Experimentação com o desenvolvimento do pluviômetro artesanal (parte 2). Para minimizar incertezas, as garrafas PET utilizadas nos reservatórios dos pluviômetros são garrafas com laterais lisa, ou seja, sem as curvas acentuadas ou ondulações que comumente são encontradas em alguns outros tipos de garrafas PET. A figura 15 ilustra o desenvolvimento do pluviômetro artesanal.

Aula 08 – 11/10/2023 – Experimentação com o Arduino (parte 1), foram realizadas experimentações introdutórias à robótica com sensores ultrassônicos, *protoboard*, *jumper*s, *leds* coloridos conforme mostram as figuras 12,13 e 14.

Aula 09 – 18/10/2023 – Experimentação com a gravação dos vídeos com o pluviômetro em funcionamento com a precipitação de chuva simulada em ambiente fechado pelo frasco de Mariotte conforme mostram as figuras 16,17 e 18.

Aula 10 – 25/10/2023 – Experimentação com a videoanálise dos vídeos gravados conforme mostram as figuras 19 e 20. Na etapa de videoanálise os educandos optaram por utilizar o *desktop* da UE para importação do arquivo,

calibragem e análise do vídeo com o *software tracker*. Para o uso do *tracker*, os alunos seguiram um pequeno guia para não se perderem na dinâmica da aula conforme mostra a figura 21.

Aula 11 – 08/11/2023 – Terceira aula em IpC, envolveram questões sobre a educação matemática, educação ambiental e videoanálise.

Aula 12 – 22/11/2023 – Experimentação com o protótipo robótico, conforme ilustram as figuras 22, 23, 24 e 25.

Aula 13 – 29/11/2023 – Quarta aula em IpC, envolveram questões sobre experimentação, videoanálise, matemática e experimentação.

Aula 14 – 06/12/2023 – Quinta aula em IpC, envolveram questões sobre experimentação, videoanálise, matemática, experimentação, avaliação final e avaliação de *feedback*.

Figura 10: Distribuição gratuita de garrafas PET aos educandos participantes da pesquisa



Fonte: o autor

Figura 11: Comparativo entre a garrafa PET com curvas, o cilindro padrão, e garrafa PET lisa



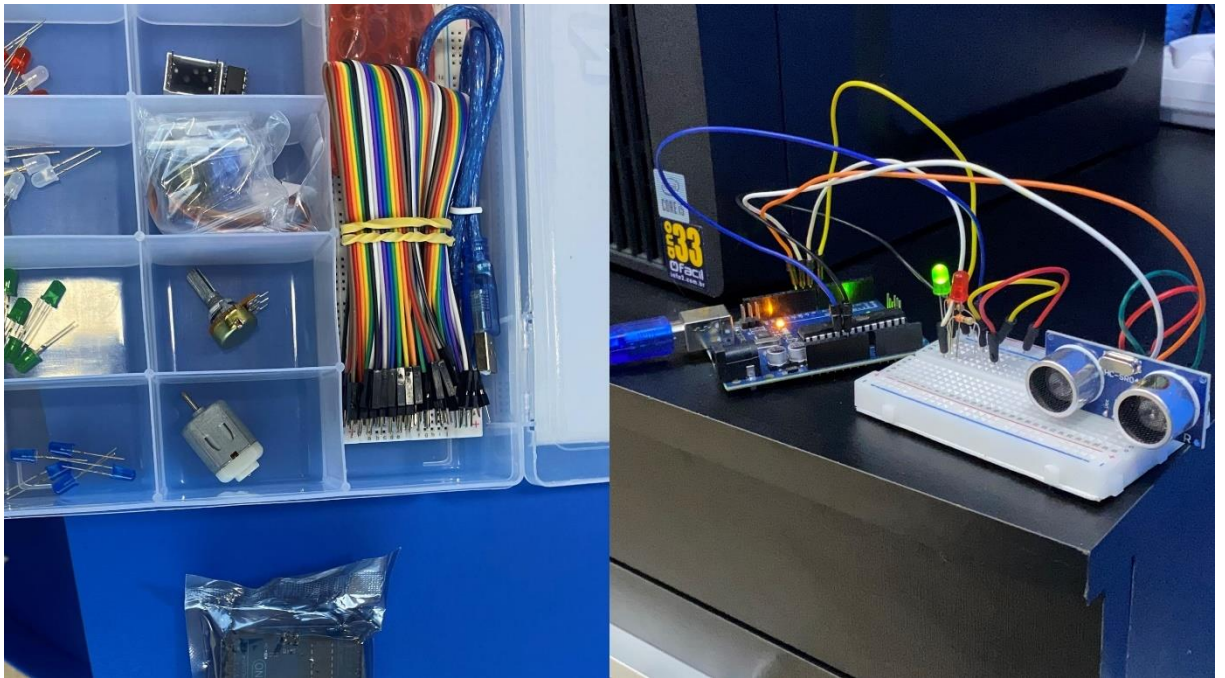
Fonte: o autor

Figura 12: Introdução à robótica



Fonte: o autor

Figura 13: Introdução à robótica



Fonte: o autor

Figura 14: Introdução à robótica



Fonte: o autor

Figura 15: Desenvolvimento de pluviômetros artesanais



Fonte: o autor

Figura 16: Gravação de vídeos para as videoanálises



Fonte: o autor

Figura 17: Gravação de vídeos para as videoanálises



Fonte: o autor

Figura 18: Gravação de vídeos para as videoanálises



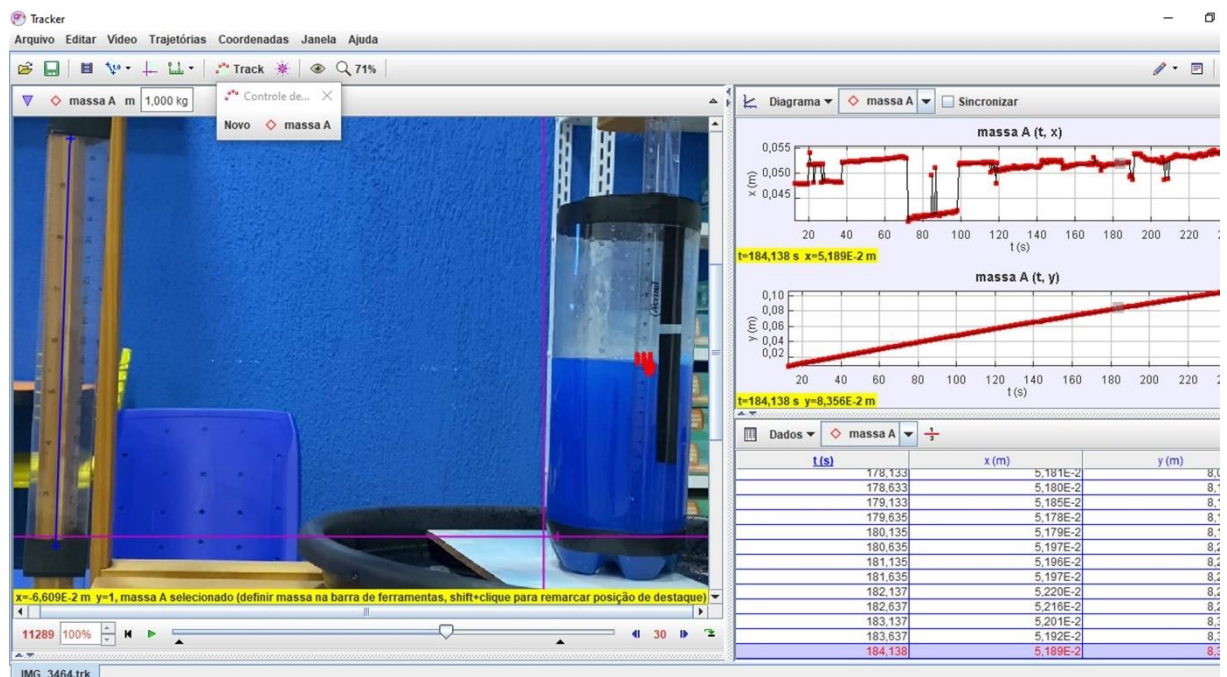
Fonte: o autor

Figura 19: Videoanálise



Fonte: o autor

Figura 20: Videoanálise



Fonte: o autor

Figura 21: Roteiro básico para a importação, calibração e análise do vídeo no *tracker*

```

1 =====
2 -- CEOB - Guia rápido para realização da videoanálise.
3 =====
4
5 1 Realizar a filmagem do video.
6 O video é analisado quadro a quadro.
7 O tracker é capaz de rastrear.
8
9 Permite inserir a massa do objeto, ponto importante que
10 permite registrar um avanço em relação a outros softwares.
11 Precisamos apenas:
12     1 computador
13     1 camera fotográfica
14     1 ferramenta de medida
15
16 Funcionamento do tracker:
17
18 Elementos:
19 - Barra de títulos
20 - Barra de menu
21 - Barra de ferramenta padrão
22 - Janela principal
23 - Visualizador de gráficos
24 - Visualizador de tabelas
25
26 É possível observar:
27
28 O vídeo, o eixo de coordenadas,
29 o bastão de medição colocado junto a régua,
30 as marcações de ponto de massa
31 do lado direito da tela são disponibilizados gráficos e tabelas.
32
33 [na parte de cima o gráfico de aceleração e o gráfico do movimento]
34 [na parte de baixo tem a tabela, onde é possível escolher quais
35 grandezas é possível mostrar]
36
37 O frame de tempo é obrigatório.
38 Velocidade vertical
39 Velocidade horizontal
40 ângulo
41 Aceleração vertical
42 Aceleração horizontal
43
44 Permite montar as equações, permite coletar os dados e inserir
45 em uma tabela.
46 Velocidade + tempo e determine aceleração.

```

48 Roteiro:

- 49
- 50 a) Abrir e procurar o vídeo.
- 51 b) Após a carga do vídeo, clique com o botão direito do mouse,
- 52 vá em filtros, novo, rotação para -90° .
- 53 c) Especificar os frames de início e fim. (414) e (1721). (780)
- 54 e 158250
- 55 c (não fazer isso) Exportar corte de vídeo (não fazer isso).
- 56 d) Vá em menu vídeo, em ajustes de corte de vídeo, coloque o
- 57 frame inicial e frame final, coletados do passo referente a
- 58 letra (b)
- 59 e click em aceitar.
- 60 f) Ir ao sistema de coordenadas, irá surgir um eixo de coordenadas,
- 61 movimentar o centro do eixo para o centro de massa do objeto.
- 62 (Neste caso, será a borda do pluviômetro)
- 63 g) Ir em fita métrica, novo, bastão de medição. (Neste caso,
- 64 posicionar no início e fim de um dos centímetros da régua,
- 65 esta régua
- 66 tem 1 cm em cada espaço)
- 67 g.1) Ao clicar, com o shift pressionado, marque os pontos iniciais
- 68 e finais para calibrar o tamanho, irão surgir dois pontos pretos
- 69 e uma reta azul.
- 70 g.2) Tomar muita atenção pois ao lado surgirá uma caixa com a
- 71 informação acerca da unidade de medida, o padrão estará em
- 72 metros, que neste caso deverá mudar para centímetros.
- 73 h) Clicar em track, novo, novo ponto de massa.
- 74 h.1) Neste momento, surgirão uma caixa com uma tabela no lado
- 75 direito abaixo e um quadro com gráficos do lado direito acima.
- 76 h.2) Na parte referente a tabela (quadro abaixo do gráfico),
- 77 será possível, marcar os pontos referentes aos dados que se
- 78 deseja analisar.
- 79 i) No quadro onde está a tabela, clicar em dados, selecionar,
- 80 vy, vx, ay, ax.
- 81 j) Clicar em "massa A", selecionar a opção "marcar como padrão".
- 82 j.1) Neste momento, o ponto do mouse estará mudado e você já
- 83 poderá realizar a videoanálise.
- 84 l) Frame a frame, deve-se clicar bem ao centro do centro de
- 85 massa do objeto. Isso irá evitar que os dados da tabela
- 86 não forneça dados absurdos. No nosso caso, cada marcação
- 87 em centímetros será utilizada.

88

89 O gráfico apresentará a variação de x em função do tempo.

90 Caso seja necessário, o tracker poderá apresentar até três

91 gráficos diferentes, basta ir em diagrama e selecionar o

92 número de gráficos.

93 Neste caso, podemos deixar o t na coordenada x, e alterar

94 a coordenada do y.

95 Para mudar, basta clicar em x, escolher a coordenada y,

96 (o gráfico estará apontando para cima, que estará informando

97 a distância percorrida em y pelo objeto) (Pluviômetro em processo

98 de coleta de água)

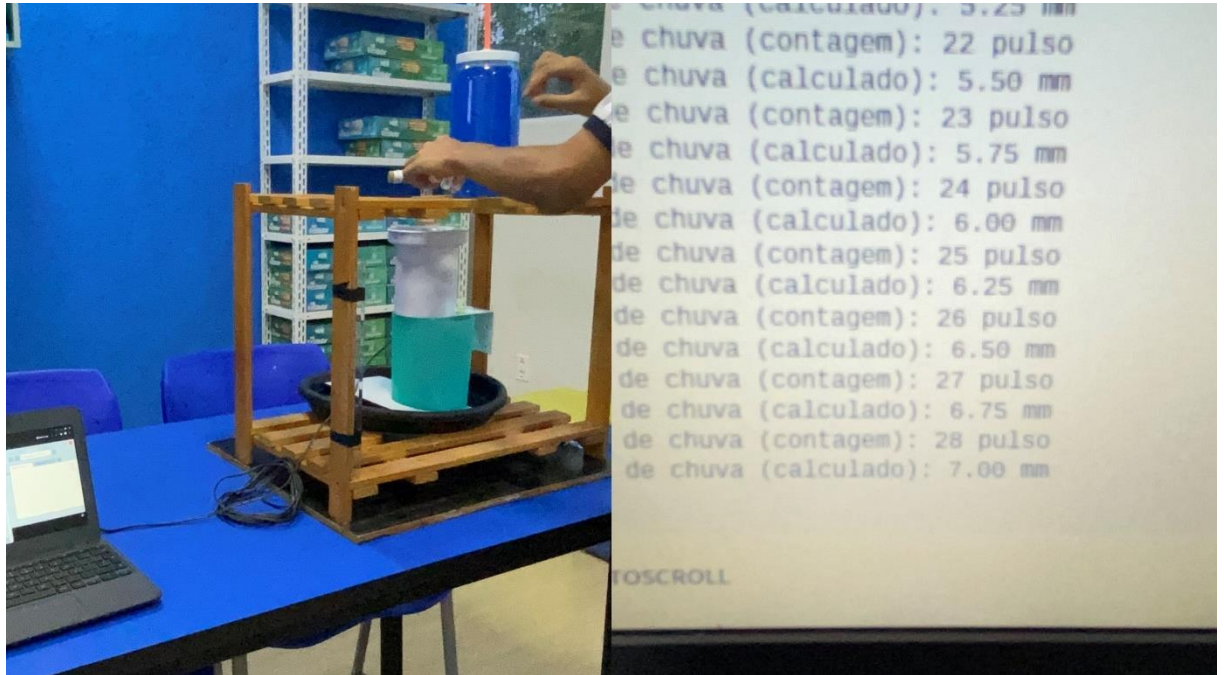
99 (o sentido negativo, indica que o objeto está caindo,

100 no sentido da gravidade) (Pluviômetro em processo de esvaziamento de água)

101

102 Ao final clicar em salvar como para salvar o seu trabalho

Figura 22: Experimentação com o protótipo robótico implementado e manipulado com o Arduino



Fonte: o autor

Figura 23: Experimentação com o protótipo robótico implementado e manipulado com o Arduino



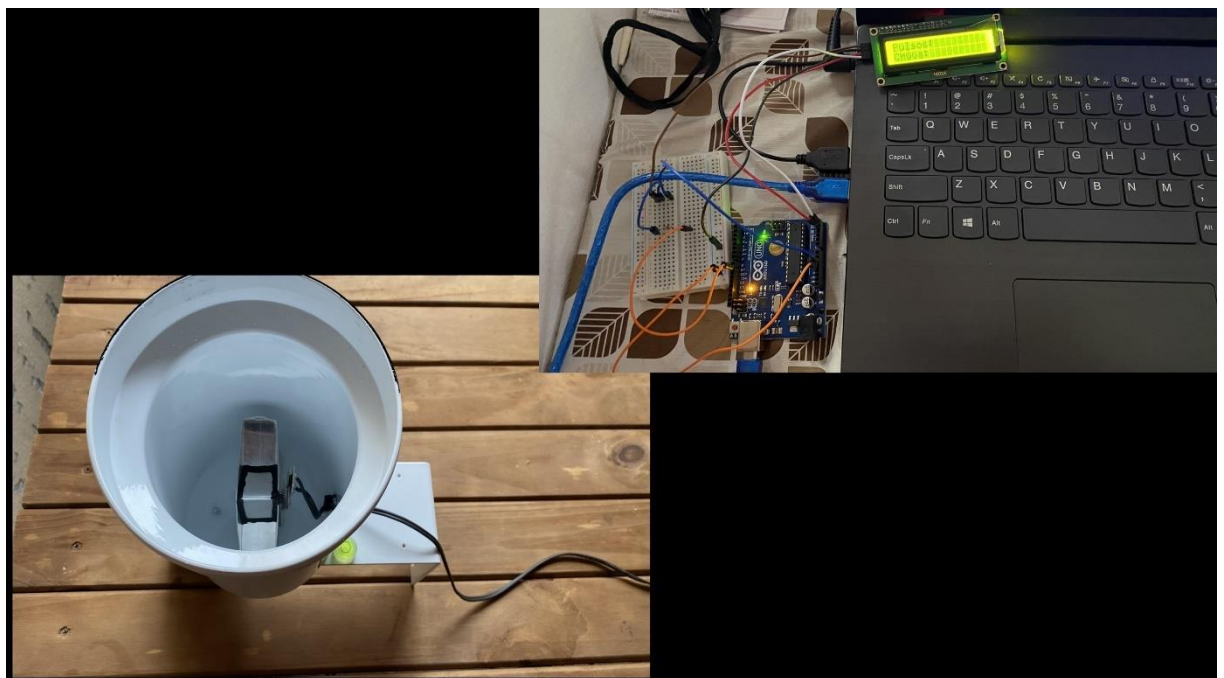
Fonte: o autor

Figura 24: Experimentação com o protótipo robótico implementado e manipulado com o Arduino



Fonte: o autor

Figura 25: Experimentação com o protótipo robótico implementado e manipulado com o Arduino



Fonte: o autor

A sequência didática apresentada, demonstra o planejamento de atividades em etapas de modo a conseguir atingir o todo, conforme quadro 1 assim as aulas 01 e 02, são aulas referentes à introdução do tema.

As aulas 03, 06, 11, 13, 14 são aulas de avaliação em IpC cujo conteúdo das questões varia de acordo com as aulas imediatamente anteriores.

As aulas 04 e 05 foram as aulas referentes de manipulação de objetos com a fixação dos conteúdos de geometria.

Ao longo das aulas 07,08,09,10,12 foram as aulas referentes a experimentação e videoanálise e automação de pluviômetros.

Quadro 1: Plano de atividades

SEQ.	DATA	CARGA HORÁRIA	TURMAS	ESTRATÉGIA IMPLEMENTADA
1	09/08/2023	60 min em cada turma.	2009,2010,2011	Apresentação I.
2	16/08/2023	60 min em cada turma.	2009,2010,2011	Apresentação I. (continuação)
3	23/08/2023	60 min em cada turma.	2009,2010,2011	Primeira aula em IpC - Introdução do conteúdo, apresentação da metodologia. (avaliação diagnóstica)
4	30/08/2023	60 min em cada turma.	2009,2010,2011	Experimentação com pluviômetros artesanais feitos com garrafas PET de laterais lisas. (introdução)
5	06/09/2023	60 min em cada turma.	2009,2010,2011	Apresentação sobre os conteúdos de geometria.
6	20/09/2023	60 min em cada turma.	2009,2010,2011	Segunda aula em IpC - matemática, sustentabilidade, ciência.
7	04/10/2023	60 min em cada turma.	2009,2010,2011	Experimentação com pluviômetros artesanais feitos com garrafas PET de laterais lisas.
8	11/10/2023	60 min em cada turma.	2009,2010,2011	Experimentação com arduino. (introdução)
9	18/10/2023	60 min em cada turma.	2009,2010,2011	Experimentação com gravação do vídeo e pluviômetro, Mariotte.
10	25/10/2023	60 min em cada turma.	2009,2010,2011	Experimentação com videoanálise.
11	08/11/2023	60 min em cada turma.	2009,2010,2011	Terceira aula em IpC - educação matemática, educação ambiental, videoanálise.
12	22/11/2023	60 min em cada turma.	2009,2010,2011	experimentação com protótipo robótico com uso do Arduino (pluviômetro).
13	29/11/2023	60 min em cada turma.	2009,2010,2011	Quarta aula em IpC - experimentação, videoanálise, matemática, sustentabilidade.
14	06/12/2023	60 min em cada turma.	2009,2010,2011	Quinta aula em IpC - ciência, matemática, experimentação. (avaliação final)
TOTAL	14 Aulas	14 horas por turma.	3 turmas	14 Etapas

5 Instrução por Colegas (IpC)

Fonte: o autor

Dentro do contexto de série temporal, foram utilizados 39 testes para a turma 2009 e 34 testes para as turmas 2010 e 2011 cada. Este trabalho ocorreu em pré-teste e pós-teste. Foram estruturados com quatro opções de resposta e apenas uma correta e os conteúdos variando conforme ocorreram as experimentações nas aulas anteriores.

4.5 Experimentação com materiais manipuláveis e a videoanálise dos experimentos desenvolvidos com os pluviômetros artesanais

A experimentação inicial ocorreu na aula 4 da sequência didática com vistas ao desenvolvimento dos pluviômetros artesanais. Com os recortes necessários à implementação, contou com a utilização tesouras, garrafas PET não lisas e lisas,

régua, cascalhos ou pedras pequenas para colocação no fundo dos pluviômetros, um rolo de fita isolante.

Nesta aula, ocorreu a apresentação acerca da relevância em saber como mensurar a quantidade de precipitação de chuva que cai em um determinado local, em seguida partimos para a atividade prática.

Iniciaram o corte da garrafa pelo bico, posicionando o local do corte após a curva, necessário para garantir que a coleta da água ocorra de maneira uniforme pelo pluviômetro.

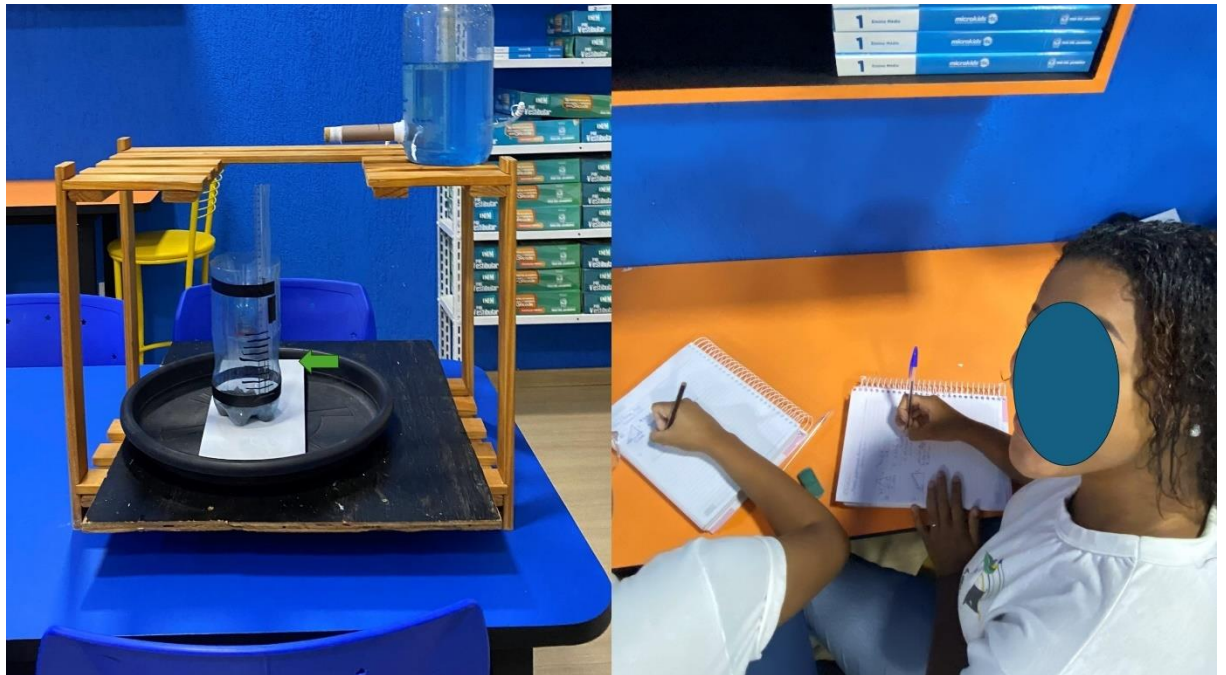
Na sequência, os pequenos cascalhos foram inseridos no reservatório e posicionados ao fundo do pluviômetro de maneira a garantir a superar a altura da parte da garrafa que contém as curvas da base.

Uma certa quantidade de água foi adicionada ao pluviômetro de maneira a superar a altura dos cascalhos localizados no fundo do reservatório. Na sequência, um pedaço de fita isolante foi utilizado para marcar o nível da água. Uma régua foi fixada na lateral externa do pluviômetro de maneira a coincidir o zero da régua com o zero do nível da água.

Os educandos foram convidados a determinar matematicamente o volume do reservatório com as curvas e a comparar com a quantidade de água coletada pelo reservatório do pluviômetro durante a precipitação simulada pelo frasco de Mariotte. Também comparamos os reservatórios totalmente liso para o entendimento dos possíveis erros que podem ocorrer com a utilização de reservatórios com curvas e justificar a não utilização deste tipo de reservatório. Conforme ilustra as setas verdes das figuras 26 e 27.

O bico da garrafa cortada inicialmente, foi recolocada, desta vez, invertida, passou a funcionar como um funil. Todo o processo foi supervisionado pelo pesquisador/educador, o mesmo processo ocorreu nas três turmas envolvidas na pesquisa 2009, 2010 e 2011.

Figura 26: Pluviômetros com reservatórios não lisos



Fonte: o autor

Figura 27: Pluviômetros com reservatórios não lisos



Fonte: o autor

A experimentação ocorreu na aula 7 da sequência didática com vistas ao desenvolvimento dos pluviômetros artesanais com garrafas PET 100% lisas. Foi a

consolidação do entendimento da certeza acerca das incertezas envolvendo as garrafas com não lisas. Garrafas PET de 2 litros totalmente lisas foram adquiridas pelo pesquisador e entregues nesta oportunidade a cada educando participante da pesquisa. A figura 10 ilustra a distribuição das garrafas PET.

A experimentação com o desenvolvimento do pluviômetro artesanal com garrafa PET totalmente lisa seguiu a mesma dinâmica realizada na aula 4.

Para a experimentação da aula 08 da sequência didática contou com a introdução ao conteúdo de robótica. Nesta aula, foi possível esclarecer o funcionamento de alguns dos principais componentes necessários para a implementação de um pluviômetro robótico. As figuras 12, 13 e 14 ilustram a experimentação introdutória com o Arduino pelos educandos.

Assim, por se tratar de uma aula de introdução, dois experimentos foram propostos para que eles pudessem escolher e implementar, um experimento com *display* LCD 16x2 ou o experimento com o sensor ultrassônico. Além disso, por se tratar de educandos do ensino médio regular noturno, toda camada de programação foi abstraída cabendo a eles apenas subir com o código pronto para a placa do Arduino Uno.

A grande maioria optou por executar a atividade com o sensor de ultrassônico. Esclarecimentos acerca dos componentes necessários para a implementação foram realizadas, as ligações na *protoboard*, funcionamento dos *led* coloridos etc. Um guia com o passo para a realização as ligações dos componentes na *protoboard* foi fornecido com vistas a não ficarem desorientados na dinâmica da aula.

Esta aula, assim como outros projetos, está disponível no repositório do pesquisador e foi disponibilizada para os educandos em <https://github.com/ANDRELN23/roboticaeducacional/tree/main>.

Para a experimentação da aula 09 da sequência didática, contamos com a gravação dos vídeos necessários para a videoanálise da aula seguinte, onde os pluviômetros totalmente lisos estiveram em funcionamento com a simulação de precipitação de chuva realizada com o frasco de Mariotte. As figuras 16, 17 e 18 mostram este processo. Os educandos manifestaram bastante empolgação com a atividade. Por conta disso, optamos por deixar esta aula exclusivamente para a gravação dos vídeos e a aula seguinte exclusivamente para a realização da videoanálise.

Realizamos a experimentação com a videoanálise na aula 10, combinamos em utilizarmos apenas um vídeo na videoanálise por turma, dado que alguns vídeos ficaram ou muito longos ou muito rápidos, por conta opção de escolha da saída de água no frasco de Mariotte.

Nesta etapa, os educandos utilizaram um guia durante todo o processo de videoanálise, desta forma, ficaram mais focados na atividade. Com o auxílio do pesquisador, os educandos realizaram os ajustes necessários no *software tracker* para a videoanálise.

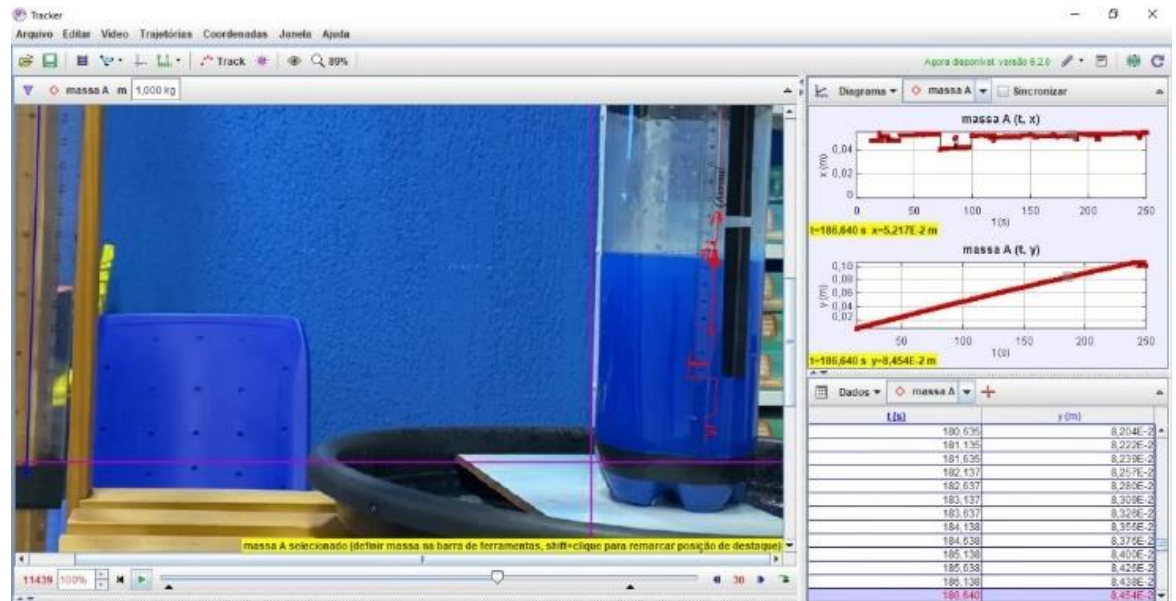
O vídeo é analisado quadro a quadro, o *tracker* é capaz de rastrear vídeos. Para isso, é importante inserir a massa do objeto, esta característica representa um avanço em relação a outros *softwares*. O *frame* de tempo é obrigatório, a marcação da velocidade vertical ou horizontal, ou ângulo, ou aceleração vertical ou horizontal são algumas das opções que o educando pode marcar, no nosso caso, marcamos os eixos *x* e *y*.

Após carregá-lo, percebemos que o vídeo estava deitado e para contornar esta situação, no menu filtros, rotacionamos para -90° . Sugerimos analisar um trecho específico do vídeo e assim especificamos os *frames* iniciais e finais disponíveis no menu vídeo.

Nos sistemas de coordenadas, onde surgem os eixos, movimentamos o centro dos eixos para o centro de massa do objeto, no nosso caso, a borda da água precipitada pela saída escolhida no frasco de Mariotte, esta etapa conferiu bastante dificuldade e consumiu bastante tempo da aula, quando entramos no detalhe, foi que percebemos que a medida que a precipitação ocorria para dentro do reservatório, pequenas ondas agitavam a borda, isso conferia um local do vídeo uma imagem pouco eficiente para o *software* travar, por fim, o *tracker* conseguiu identificar e avançar com o rastreamento. A figura 28 ilustra esta situação.

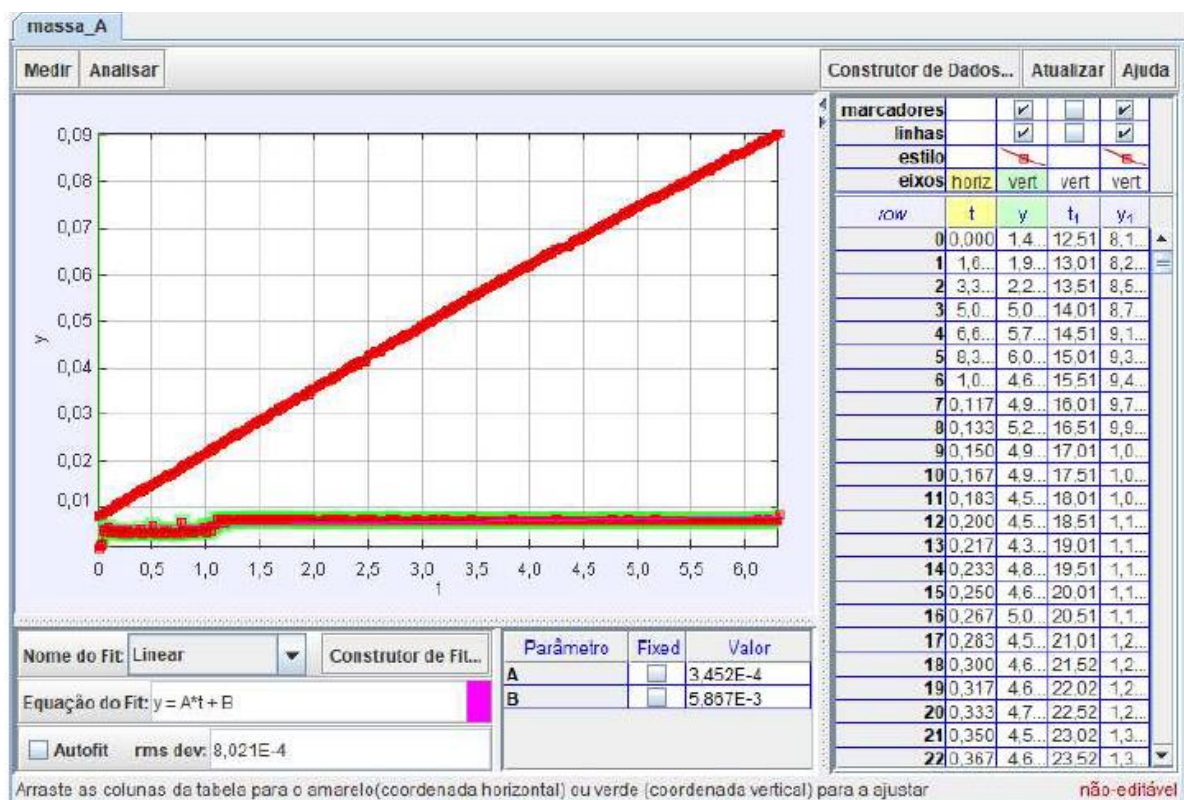
A fita métrica do *tracker* foi utilizada no início e no fim de um dos 30 centímetros da régua e assim calibrar o tamanho. O padrão de medida da fita métrica foi ajustado de metros para centímetros. O gráfico da figura 29 representa uma função afim e está apontado para cima, indicando que o pluviômetro está em processo de coleta de água, está enchendo. Ocorreu uma breve explicação acerca da função, o que são os coeficientes angular e linear.

Figura 28: Imagem da videoanálise do momento em que o reservatório do pluviômetro é preenchido pela precipitação simulada



Fonte: o autor

Figura 29: Gráfico da função a fim de outro vídeo analisado por outra turma



Fonte: o autor

Na aula 12, foi a aula de experimentação com o protótipo robótico em conjunto com o frasco de Mariotte, logo de início, foi lembrado o que é o Arduino e suas

aplicações em projetos de automação e robótica, enquanto o pluviômetro de alumínio passava de mão em mão entre os educandos.

Não foi necessário explicar o funcionamento do frasco Mariotte, apenas relembra-los acerca do seu papel como simulador de precipitação que ele desempenha dentro das atividades com os experimentos, idem para a estante *hipster*, cuja utilização foi como suporte para os componentes do projeto.

Os educandos foram orientados quanto ao posicionamento do pluviômetro de alumínio e do frasco de Mariotte na estante *hipster*, devendo tomar cuidado para o posicionamento correto de modo a garantir uma vazão constante. As conexões foram simplificadas de modo a permitir a ligação do pluviômetro diretamente nas saídas da placa do Arduino Uno.

Utilizamos nesta experimentação o *Chromebook* da UE, uma placa de Arduino Uno, o pluviômetro de alumínio com a báscula, a estante *hipster*, um pote para receber a água descartada pelo pluviômetro. Na *Interface* de Desenvolvimento (IDE) do Arduino foi possível realizar duas atividades, subir com o código para a placa, receber a informação acerca da quantidade de água coletada pela báscula localizada no interior do pluviômetro através da saída chamada *serial monitor*. A báscula está configurada para contar e somar 0,25 mm à contagem.

Toda a camada de programação foi abstraída, na qual todo o código foi disponibilizado cabendo ao educando carregar o código junto a placa Arduino. Não faz parte do escopo que educandos do ensino médio regular noturno aprenderem a programação. Todo o projeto está disponível no mesmo repositório do pesquisador mencionado anteriormente.

Eles foram encorajados a anotarem os dados que passou a estar disponível na tela do *Chromebook*. A figura 22 ilustra estes dados em mm. Como atividade para o lar, ficaram de desenvolver um quadro e um gráfico com estes dados, onde no eixo x foi a representação do tempo, no eixo y foi a representação da quantidade de chuva coletada. Cabendo apenas a ligação dos pontos e podendo comparar com o gráfico obtido na videoanálise da aula anterior.

4.6 As avaliações em pré-teste e pós-teste e a utilização da metodologia ativa IpC

Foi preparado e desenvolvido um produto educacional de suporte ao educador que desejar implementar a sequência didática com o detalhamento de cada etapa. O

produto educacional não apenas trata cada etapa do processo, como também oferece uma visão muito mais abrangente no que se refere a todos os aspectos que são necessários para execução e condução bem-sucedida das atividades.

O quadro 1 contém o cronograma da sequência didática, em verde estão as cinco aulas em que ocorreram as instruções por colegas (IpC). Trata-se de aulas pensadas para o trabalho em colaboração, ou seja, os educandos aprendem também uns com os outros através da prática de pequenos debates motivados e supervisionados pelo educador, uma das vantagens está em proporcionar aos educandos a oportunidade para aprender ativamente durante todo o processo de aprendizagem.

Todas as aulas em IpC foram utilizados os cartões *plickers* como ferramenta de coleta de dados, neste caso, *online* e em tempo real. Para utilização básica, o *software* é gratuito, na versão paga, outros recursos passam a estar disponíveis, como por exemplo, relatórios avançados e outras ferramentas para organização e gerenciamento de turmas entre muitas outras coisas.

Um conjunto com 40 cartões *plickers* distintos está disponível no portal *plickers.com*. Optamos por utilizar três conjuntos de cartões distintos, um para cada turma participante do experimento, também realizamos a importação da lista de chamada de cada turma participante para a plataforma *plickers.com* e associar o nome do educando ao número do cartão, isso ajudou a personalizar as avaliações, além de permitir realizar outras análises dos dados com vieses diversos.

Ao acompanharem a mudança de *status* dos seus nomes no telão, despertou nos educandos entusiasmo e empolgação, na figura 30 (a), (b) os nomes dos educandos antes da coleta das respostas ao passo que nas figuras 31 e 32 os nomes no telão com o *status* de respondido e em azul.

Figura 30: Mudança de *status* nos nomes

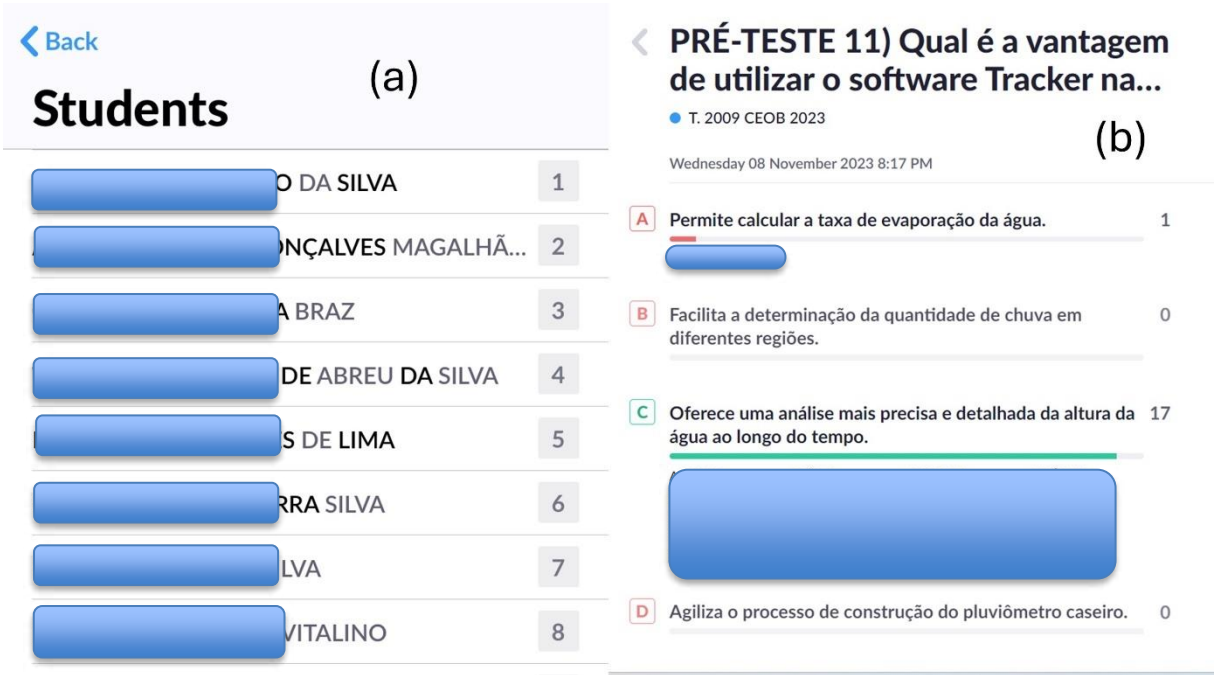


Figura 31: Mudança de *status* nos nomes



Fonte: o autor

Figura 32: Mudança de *status* nos nomes

Fonte: o autor

A aplicação de pós-testes distintos de pré-testes ocorreu todas as vezes em que o grupo alcançou uma porcentagem de acertos entre 30% e 70% e percentual menor do que 30%. Em ambos os cenários, além da explicação acerca do conteúdo uma nova questão foi utilizada.

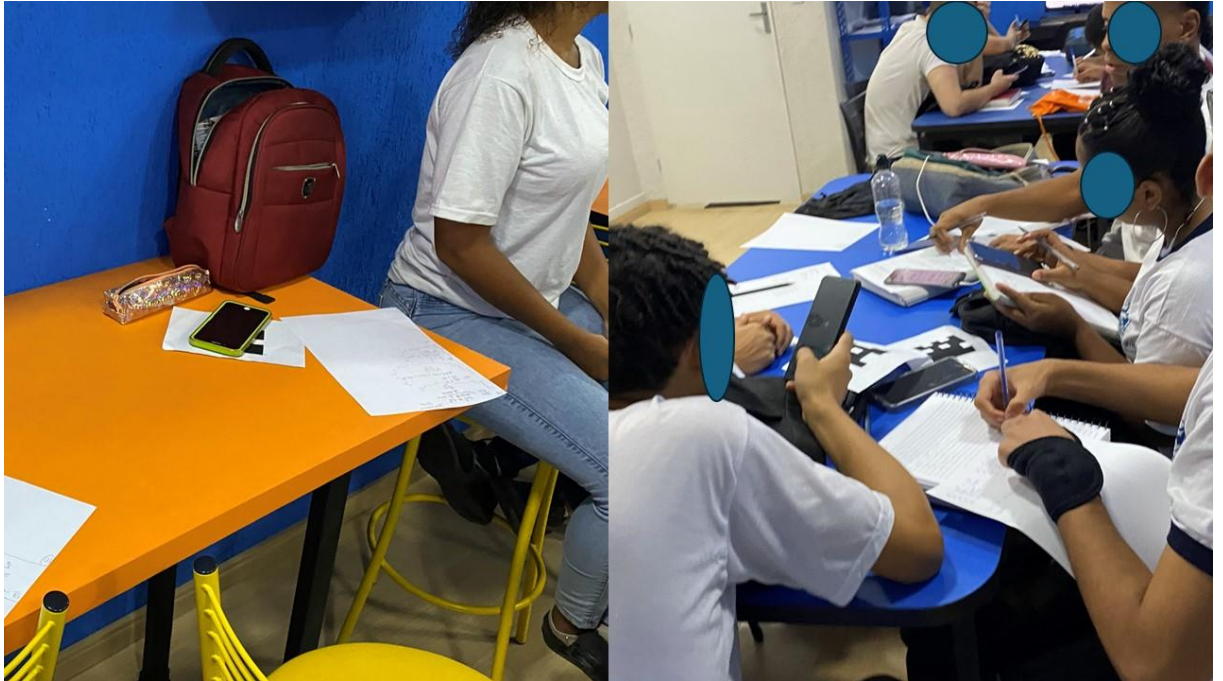
Optamos por realizar uma avaliação diagnóstica acerca dos conceitos básicos fundamentais de geometria para a assimilação da proposta didática na primeira aula IpC. Esta também foi a oportunidade para que os educandos pudessem se familiarizar com a metodologia, assim como os cartões *pickers*.

Ainda acerca da primeira aula, procuramos desenvolver nos educandos familiaridade com raio, circunferência e diâmetro, número irracional, vazão de líquidos. Além de conceitos básicos de matemática, como operações (adição, subtração, multiplicação e divisão), frações, porcentagem e geometria plana. Noções de grandeza e medidas, como comprimento, área e volume. Sem esquecer das unidades de medida, como metros, centímetros, litros e mililitros, noções de números irracionais, como π e raiz quadrada. Neves e Marranghello (2022) destacam duas simples atividades para serem trabalhadas com os educandos e uma delas trata da transformação de unidades como ocorreu nesta aula.

Conforme mostram as figuras 33 e 34, os educandos foram motivados a

realizarem os cálculos e responderem as questões no papel, este procedimento conferiu a calma necessária para que eles pudessem assimilar a dinâmica.

Figura 33: Educandos em resolução de questões da avaliação diagnóstica



Fonte: o autor

Figura 34: Educandos em resolução de questões da avaliação diagnóstica



Fonte: o autor

Uma avaliação diagnóstica envolve a utilização de conceitos prévios, cujo objetivo foi avaliar o conhecimento inicial dos educandos. Na segunda aula, a metodologia IpC foi aplicada, fazendo o uso de testes com questões objetivas com pré-testes e pós-testes baseadas nas experimentações com os pluviômetros artesanais que foram praticadas nas duas aulas anteriores.

Buscou-se entender e analisar o desenvolvimento dos estudantes nos temas de geometria e matemática, trabalhados na atividade prática de construção de um pluviômetro artesanal utilizando garrafas PET. Para avaliar esse progresso, foram aplicados testes que exploram as áreas de matemática e ciência, visando uma visão mais ampla e integrada dos conhecimentos adquiridos.

A terceira aula em IpC os educandos responderam testes objetivos baseados nas aulas em que o pluviômetro foi utilizado combinado com o frasco de Mariotte. Na aula em que ocorreu a gravação dos diferentes vídeos, onde a vazão da simulação de precipitação água com o frasco de Mariotte variava de acordo com as escolhas dos educandos.

Com o uso novamente dos cartões *plickers*, esta aula buscou aprofundar a compreensão dos conceitos geométricos e a capacidade de interpretar dados. Os alunos participaram de testes referentes à videoanálise realizada, onde o pluviômetro artesanal foi utilizado para medir a precipitação de chuva, proporcionando uma experiência mais prática e integrada com o conteúdo teórico.

A quarta aula em IpC foi dedicada para o entendimento dos testes acerca da prototipação de pluviômetros robóticos implementados com Arduino Uno, ou seja, tratou da automação. O uso do Arduino foi uma oportunidade para promover discussões entre os educandos após os experimentos com prototipação com o Arduino e discussões acerca da geometria. Foram lembrados acerca da caminhada até chegar aquele momento das perguntas acerca do pluviômetro automatizado.

A quinta aula em IpC contou com a avaliação final acerca de ciências, matemática e as experimentações. Isso permitiu uma análise mais abrangente acerca do aprendizado dos educandos, sempre com o auxílio dos cartões *plickers*.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados desta pesquisa indicam que a utilização de tecnologias educacionais em sala de aula, como a videoanálise e a prototipagem de pluviômetros, tanto artesanais quanto automatizados, teve um impacto significativo no ensino de geometria para educandos do ensino médio. Todas as atividades práticas e colaborativas foram pensadas de maneira a ter o nível de complexidade aumentado progressivamente e assim, proporcionar aos educandos uma compreensão mais aprofundada acerca dos conceitos geométricos.

As análises estatísticas demonstraram que a integração de videoanálise e prototipagem contribuiu significativamente para a melhoria do desempenho acadêmico dos educandos. Assim, os resultados dos testes mostraram que os educandos que participaram desta pesquisa apresentaram um aumento estatístico de acertos. Desta maneira, houve casos em que a precisão foi maior que 70%. Neste mesmo sentido, a metodologia ativa de Instrução por Colegas (IpC), aliada à experimentação com prototipação e à videoanálise, foi fundamental para transformar a sala de aula em um ambiente de aprendizagem interativa. Esse resultado está em linha com a teoria socioconstrutivista de Vygotsky, que destaca a importância da interação social no processo de desenvolvimento cognitivo, conforme discutido no capítulo 2.

A metodologia ativa de Instrução por Colegas (IpC), que Mazur (2009) introduz como uma maneira eficaz de promover debates entre os educandos, teve um papel central ao longo das atividades realizadas. A troca constante de ideias e a possibilidade de reavaliar suas próprias respostas, com o suporte de instrumentos como os cartões *plickers*, permitiram que os educandos não apenas melhorassem o desempenho acadêmico, mas também fortalecessem a capacidade de argumentação e compreensão dos conceitos geométricos de maneira mais autônoma. Esses resultados estão alinhados com as diretrizes de Berbel (2011), que ressalta a importância da autonomia no processo de aprendizagem ativa.

A utilização do *software tracker* para a análise de vídeo e dos cartões *plickers* para coleta de respostas aumentou consideravelmente a interação social e o engajamento dos educandos. Além disso, as experimentações com materiais manipulativos também contribuíram para esse aumento.

Dessa forma, a integração dessas tecnologias não apenas justifica a melhoria

no desempenho acadêmico, mas também aumentou o interesse e a motivação dos estudantes em aprender geometria. Esses resultados corroboram a teoria de Vygotsky sobre a importância de instrumentos facilitadores no processo de aprendizagem, especialmente na construção de conceitos matemáticos complexos.

A abordagem prática e visual permitiu que os educandos realizassem atividades práticas, favorecendo a internalização dos conceitos geométricos de forma colaborativa, de acordo com os princípios da metodologia socioconstrutivista de Vygotsky.

Além disso, esses resultados também reforçam as competências propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), principalmente no que diz respeito à utilização de tecnologias digitais para resolução de problemas e à aplicação do conhecimento matemático em contextos práticos, como as competências gerais 2, 3 e 6 da área de ciências da natureza. A BNCC preconiza que os educandos devem ser capazes de articular conhecimentos teóricos e práticos para resolver problemas contemporâneos e, nesta pesquisa, o uso do *software tracker* e a prototipagem de pluviômetros artesanais e automatizados exemplificam essa integração de maneira aplicada e contextualizada.

Uma das experimentações facilitou a construção de gráficos de funções. Apesar de o foco deste estudo não ser o ensino de funções afins, os estudantes demonstraram grande interesse em visualizar os gráficos gerados pela videoanálise do pluviômetro e o frasco de Mariotte. Esse interesse reflete a capacidade dos alunos de ultrapassarem os limites estabelecidos pela ZDP, conforme Vygotsky, quando o aprendizado é mediado por ferramentas digitais.

O uso da plataforma Arduino para a prototipagem dos pluviômetros automatizados também contribuiu para o desenvolvimento das habilidades dos educandos, permitindo a aplicação direta de conceitos científicos e matemáticos em um contexto prático. Menezes (2019) destaca que o Arduino, por ser uma ferramenta acessível e de fácil manuseio, proporciona aos estudantes uma autonomia maior na experimentação e no desenvolvimento de protótipos, o que foi claramente observado ao longo deste estudo. Além disso, a utilização do *software tracker* facilitou a análise precisa de dados relacionados ao movimento do líquido no reservatório, conectando a teoria e a prática de forma fluida, conforme recomendado por Jesus (2014).

Essa plataforma não só ofereceu suporte para a construção dos pluviômetros, como também possibilitou o desenvolvimento de habilidades práticas no campo da

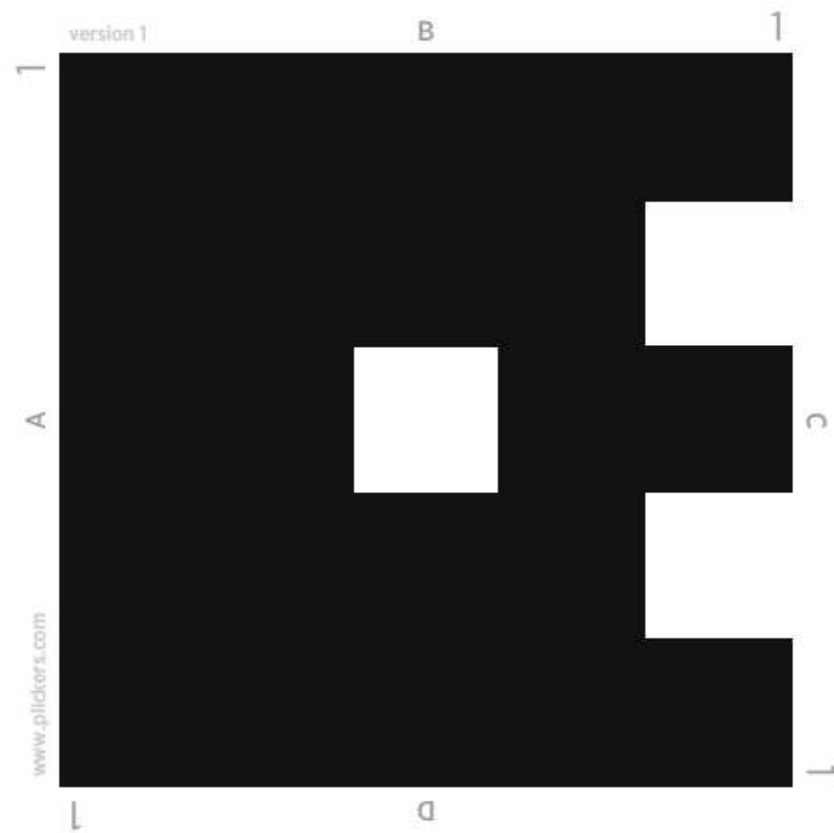
ciência e matemática.

A experimentação com o frasco de Mariotte, utilizada para simular chuva em ambiente fechado, não apenas engajou os estudantes em atividades práticas, mas também permitiu a aplicação de conceitos geométricos e físicos de forma integrada. Tanto Maroto, Dios e Nieves (2002) quanto Bashyal, Mulvaney e Bean (2019) destacam que o uso desse tipo de instrumento facilita a compreensão de fenômenos físicos complexos, oferecendo uma visualização concreta que potencializa a aprendizagem de conceitos abstratos, como os trabalhados nesta pesquisa. A construção e visualização dos gráficos a partir da experimentação foi um elemento motivador para que os estudantes se aprofundassem no estudo das funções geométricas. Dessa forma, a experimentação prática foi fundamental para estimular o aprofundamento dos estudantes no estudo das funções geométricas.

5.1 Coleta de dados

A coleta de dados aconteceu com a utilização dos cartões *plickers* conforme a figura 35, pareado com *software plickers*. A dinâmica ocorreu com uso dos questionários que foram aplicados em pré-teste, intervenção seguindo o fluxograma do processo referente a metodologia IpC e pós-teste. Estes fluxos de execução estão descritos no capítulo 2, a figura 36 ilustra uma parte da dinâmica trabalhada para a coleta de dados. Os resultados ficaram armazenados na nuvem da plataforma *plickers.com* com opção para exportação em formato de planilha *xlsx*. Com isso, os dados capturados puderam ser planilhados e recortados conforme a conveniência da observação.

Figura 35: Cartão *pickers*



Fonte: o autor

Figura 36: Dinâmica com uso dos cartões e *software* pickers.com



Fonte: o autor

5.2 Análise de dados

A avaliação diagnóstica referente aos dados da turma 2009 revelou informações através dos dados estatísticos referente as pontuações dos educandos o que permite entender quais são os conteúdos que mais dominam e, sobretudo, quais são os deficitários.

No quadro 2 é possível observar que a maioria dos educandos obtiveram acertos entre 59% e 69%, sugerindo que a turma tem um desempenho consistente, contudo, alguns estudantes ainda estão precisando de reforço.

Quadro 2: Estatística referente a turma 2009

2009	
Média:	61,92%
Desvio padrão:	12,24%
Pontuação mínima:	33%
Pontuação máxima:	79%
Intervalo interquartil:	59% e 69%

Fonte: o autor

Este quadro mostra a distribuição das pontuações da turma. A maioria dos alunos obteve entre 59% e 69%, o que sugere que a turma teve um desempenho relativamente consistente, mas com alguns educandos ainda precisando de reforço.

Foi possível repartir os dados da avaliação diagnóstica entre conteúdos dominados e conteúdos deficitários e com isso conduzir a pesquisa de modo a melhorar os conteúdos deficitários. A turma teve um bom desempenho nas operações matemáticas básicas e nas questões de fração, especialmente nas que exigiam a conversão de valores como 0,75 para fração. Ao passo que as questões relacionadas a mudanças climáticas mostraram ser mais difíceis, com muitos educandos tendo dificuldades em interpretar corretamente os impactos dessas questões no ambiente.

O quadro 3 mostra as questões que estiveram com pontuação baixa e que foram analisadas dentro do contexto da avaliação diagnóstica.

Quadro 3: Estatística das questões em pós-teste referente a turma 2009

2009
Questão 1: Qual é a fração equivalente a 0,75?
Questão 3: Quais são os impactos das mudanças climáticas na intensidade das chuvas?
Questão 4: O que são as mudanças climáticas?

Fonte: o autor

A análise das respostas referente as questões em pós-teste mostram que na questão 1: Qual é a fração equivalente a 0,75, mostra que 6 educandos escolheram a resposta “A”, 3 educandos escolheram a resposta “B” e 4 educandos responderam a resposta “C” e 26 educandos não responderam.

A análise das respostas referente à questão em pós-teste mostra que na questão 3: Quais são os impactos das mudanças climáticas na intensidade das chuvas, mostra que a maioria dos educandos, um total de 16, respondeu “B”, 5 educandos escolheram a resposta “D” e muitos não responderam.

A análise das respostas referente a questão 4, que versa sobre as mudanças climáticas, com 12 educandos, a resposta “A” foi a mais escolhida, a resposta “B” foi a opção escolhida por 9 educandos e o destaque foi que 18 educandos não responderam.

De maneira geral, sob o ponto de vista das questões deixadas em branco, a turma 2009 apresentou dificuldades, sobretudo nas questões relacionadas a temática das mudanças climáticas, onde a estatística demonstra muitas respostas incorretas ou faltantes.

A análise estatística dos erros na questão 1 e no desempenho geral dos educandos, sugere a importância de revisar conceitos de frações, operações com números decimais, conversão de números decimais para frações. Para a questão 3, sugere a necessidade de aprofundamento de conteúdo acerca de mudanças climáticas, neste caso, sobre os impactos ambientais, com exemplos mais práticos de

modo que os educandos possam associar estes conceitos com situações reais.

A análise estatística dos erros na questão 4, referente as mudanças climáticas, sugere a necessidade de trabalhar no esclarecimento da definição de mudanças climáticas.

A avaliação diagnóstica referente aos dados da turma 2010 apresenta os dados estatísticos referente as pontuações dos educandos o que permite entender quais são os conteúdos que mais dominam e, sobretudo, quais são os deficitários.

No quadro 4 é possível observar que a maioria dos educandos obtiveram acertos entre 40% e 67%, sugerindo que a turma tem um desempenho consistente com a média de 53%, contudo, alguns educandos ainda estão precisando de reforço.

Quadro 4: Estatística referente a turma 2010

2010	
Média:	53,00%
Desvio padrão:	21,00%
Pontuação mínima:	0%
Pontuação máxima:	86%
Intervalo interquartil:	40% e 67%

Fonte: o autor

Com base nos desempenhos mais baixos da turma 2010, a análise das respostas referente às questões que se seguem sugerem a necessidade de reforço, sobretudo, o conteúdo referente às unidades de medida detectado nas questões sobre a unidade de medida para altura de uma pessoa (pré-teste) em que teve 0% de acerto, unidade de medida adequada para medir a distância entre cidades (pós-teste) também teve 0% de acerto, unidade de medida para medir volume de uma piscina (pós-teste) teve apenas 4,55% de acerto. O quadro 5 relaciona estas questões.

Quadro 5: Estatística das questões em pós-teste referente a turma 2010

2010
PRÉ-TESTE 1) Qual é a unidade de medida mais comum para a vazão de líquidos?
PÓS-TESTE 1) Qual é a unidade de medida mais adequada para medir a distância entre duas cidades próximas?
PRÉ-TESTE 2) Qual das opções abaixo apresenta corretamente a propriedade dos retângulos?
PÓS-TESTE 2) Qual é a unidade de medida mais adequada para medir o volume de uma piscina?

Fonte: o autor

Os educandos apresentaram dificuldades em compreender as propriedades essenciais dos retângulos, tais como o paralelismo dos lados opostos, a igualdade de comprimento entre esses lados, sem contar a presença de ângulos retos. As unidades de medida foram outro ponto em que foi observada uma dificuldade generalizada na escolha das unidades de medidas adequadas para cenários diversificados.

Outro ponto de destaque está relacionado a dificuldade em aplicar a fórmula de velocidade média, sobretudo em cenários contextualizados, foram elaboradas atividades práticas para o determinação de vazão quando a água saía pelos diferentes diâmetros de catetes fixados no frasco de Mariotte e assim tornar o aprendizado mais concreto.

A avaliação diagnóstica referente aos dados da turma 2011 apresenta os dados estatísticos referente as pontuações dos educandos o que permite entender quais são os conteúdos que mais dominam e sobretudo quais são os deficitários.

No quadro 6 é possível observar que a maioria dos educandos obtiveram acertos entre 48% e 63%, sugerindo que a turma tem um desempenho consistente com a média de 52%, contudo, alguns educandos ainda estão precisando de reforço em determinadas áreas.

Quadro 6: Estatística referente à turma 2011

2011	
Média:	52,00%
Desvio padrão:	17,00%
Pontuação mínima:	0%
Pontuação máxima:	74%
Intervalo interquartil:	48% e 63%

Fonte: o autor

Com base nos desempenhos mais baixos da turma 2011, a análise das respostas referente às questões que se seguem, sugerem a necessidade de reforço, sobretudo, o conteúdo referente às unidades de medida, expressões numéricas e algébricas. O quadro 7 relaciona as questões.

Quadro 7: Estatística das questões em pós-teste referente à turma 2011

2011
PÓS-TESTE 1) Qual é a fórmula para calcular a vazão de um líquido em um determinado ponto?
PÓS-TESTE 1) Qual é o resultado da raiz quadrada de 2 elevado ao quadrado?
Calcule o valor da expressão abaixo. $51+24+32$
PÓS-TESTE 2) Qual é a unidade de medida mais adequada para medir o volume de uma piscina?

Fonte: o autor

Sendo assim, a turma de 2011, tem abaixo relacionados os conteúdos que necessitam de reforço com base nas áreas de menor desempenho. Algumas perguntas que trataram sobre a unidade de medida adequada, fórmulas de área e volume no sistema internacional de unidades que tiveram taxa de acerto de 0%.

Perguntas que trataram sobre as operações básicas como a questão de cálculo de expressão bastante simples como $(51+24+32)$ tiveram um resultado muito baixo, o que sugere dificuldades em operações matemáticas básicas.

A análise de dados envolveu técnicas estatísticas para comparar os resultados

dos testes, utilizando o parâmetro ganho como métrica. A análise estatística permitiu uma avaliação detalhada do impacto da metodologia ativa IpC em associação a experimentações com pluviômetros artesanais e protótipo robótico em uma abordagem quase-experimental no desempenho dos educandos.

A equação de ganho de *hake* é descrita a seguir. Trata-se de um método muito utilizado em estatística para avaliar desempenho dos educandos em testes.

$$g = \frac{\%pós - \%pré}{100\% - \%pré}$$

Por definição, tem sua referência associada a avaliação da eficácia do aprendizado em contextos educacionais, muito útil, pois normaliza o ganho, ou seja, é a razão entre o que se obtém e o máximo que poderá ser obtido. Os resultados estão expressos entre 0 e 1, de maneira que, quanto mais próximo de 1 estiver o resultado melhor é o desempenho do avaliado.

O ganho normalizado, de acordo com Hake (1998), é classificado em três categorias ganho alto, médio e baixo. Assim, são considerados valores baixos, valores de g menores que 30% (0,30), valores médios quando estão entre (30% e 70%), valores altos quando estão acima de 70% (0,70). O autor ressalta que valores negativos indicam perdas e turmas devem apresentar valores de $g > 0,36$.

Nesta pesquisa, ganho é um critério de avaliação que quantifica o progresso no aprendizado de uma turma de educandos usando um método de ensino específico, por meio da análise da porcentagem de acertos em dois testes.

Os valores de “ g ” apresentados no quadro 8 foram obtidos e reunidos a partir dos dados disponíveis em outros quadros e gráficos do Apêndice. Trata-se de resultados de testes que entraram em debates entre os educandos participantes da pesquisa, onde o ganho foi superior a 0,36. O quadro também consolida outras informações por turma envolvida neste estudo, como o número da aula em que a IpC está associada, quando ocorreu, quais questões foram debatidas, se houve ganho ou perda e de quanto foi.

Quadro 8: Resumo dos valores dos ganhos

TURMA 2009				TURMA 2010				TURMA 2011			
Nº da AULA	Nº da QUESTÃO	GANHO	PERDA NO GANHO	Nº da AULA	Nº da QUESTÃO	GANHO	PERDA NO GANHO	Nº da AULA	Nº da QUESTÃO	GANHO	PERDA NO GANHO
Aula 1 IpC (23/08/2023)	Q1	0,75		Aula 1 IpC (23/08/2023)	Q1	0,7		Aula 1 IpC (23/08/2023)	Q1	0,22	
	Q2	0,56			Q1		-0,3		Q2	0,57	
	Q3	0,75			Q2	0,33			Q1		-2
	Q1	0,06			Q1	0,13			Q2	0,27	
	Q2		-0,75		Q1		-0,28		Q1	0,39	
	Q2	0,78			Q1	0,52			Q2	0,06	
	Q3		-0,32		Q2	0,58			Q3		-0,89
	Q1	0,72			Q1		-0,63		Q1		-0,33
Aula 2 IpC (20/09/2023)				Aula 2 IpC (20/09/2023)				Aula 2 IpC (20/09/2023)	Q1		-1
									Q1		-0,08
									Q3	0,64	
	Q3		-0,51		Q1	1			Q3		-0,44
	Q5	0,38			Q3	0,1			Q5		-0,07
	Q1	0,75			Q5	0,07			Q3		-0,25
	Q3	0			Q1	0,75			Q1		-0,14
	Q5		-1,13		Q3		-0,82		Q3		-0,57
Aula 3 IpC (08/11/2023)	Q5		-0,3	Aula 3 IpC (08/11/2023)	Q5	0,5		Aula 3 IpC (08/11/2023)	Q5		-0,4
	Q1	0,36			Q1	0,5			Q3	1	
	Q3	0,34			Q1	0,82			Q1	0,71	
	Q1		-0,17		Q5	0,13			Q3	0,6	
	Q3		-0,4		Q3	0,73					
Aula 4 IpC (29/11/2023)	Q1		-1,12	Aula 4 IpC (29/11/2023)	Q3	0,08		Aula 4 IpC (29/11/2023)	Q1	0,29	
	Q2		-1		Q4	1			Q2	0,73	
	Q3	0,14			Q8	0,58			Q3		-0,63
	Q4		-0,14		Q10	0,85			Q5	0,43	
	Q5		-1,5		Q11	0,11			Q1	0,13	
	Q6	0,33			Q12	0,6			Q6	0,38	
	Q7	0							Q9	0,78	
	Q8	0,5							Q12	0,57	
Aula 5 IpC (06/12/2023)	Q10	0,62		Aula 5 IpC (06/12/2023)				Aula 5 IpC (06/12/2023)	Q13		-0,75
	Q12	0,36									
	Q13		-0,56								
	Q14	0,5									
	Q2	0,3			Q3		-0,44		Q2	1	
	Q3	0,67			Q5	0,75			Q5	1	
	Q4	0,33			Q6	0,69			Q7	0,9	
	Q6	0,25			Q7	0,83					
Média de GANHO	Q7	0,51		Média de ganho	Q9	0,75		Média de ganho			
	Q9	0,87			Q2	0,25			Q1		-0,14
	Q1	0,94			Q3	0,38			Q5	1	
	Q3	0,29			Q5	0,36					
	Q10	0,13			Q9		-0,2				
					Q10		-1,75				
Média de GANHO		0,49		Média de ganho		0,52		Média de ganho		0,58	

Fonte: o autor

No processo de análise dos dados, verifica-se que na turma 2009, a ocorrência de ganho $g > 0,36$ foi registrada no quadro em 17 das 39 questões onde ocorreram pós-teste, o que equivale a 43,59% das votações. Por outro lado, houve registro de perda, ou seja, valores de $g < 0$ em 12 das 39 questões, o que equivale a 30,77%.

De maneira análoga, na turma 2010, a ocorrência de ganho $g > 0,36$ foi registrada no quadro em 19 das 34 questões em que ocorreram o pós-teste, o que equivale a 55,88% das votações. O registro de perda foi notado em 7 das 34 questões, ou seja, valores em que $g < 0$, o que equivale a 20,59%.

Por fim, os dados da turma 2011, demonstram a ocorrência de ganho $g > 0,36$ em 15 das 34 questões onde ocorreram o pós-teste, o que equivale a 44,12%. No que se refere aos valores em que $g < 0$, ou seja, o registro de perda foi realizado em 14 das 34 questões, valor correspondente a 41,18% das questões.

5.3 Análise da implementação do método IpC no contexto de estudos quase-experimentais

Busca-se comparar os dados que foram coletados pela Metodologia IpC com a análise quase-experimental (QE) em série temporal, desta maneira, são apresentados os quadros de análise das intervenções. Para melhor entendimento, estão organizados por turma e associados ao dia em que ocorreu a aplicação da IpC.

Para as análises do delineamento quase-experimental em séries temporais, foram consideradas as votações em IpC nos intervalos de acertos entre 30% e 70% e inferiores a 30% dentro da sugestão de Araújo e Mazur (2013).

Os quadros que são apresentados a seguir marcam a incidência de intervenções, ou seja, a discussão entre colegas, nas aulas assinaladas em IpC no quadro 1 referente ao cronograma implementado, sendo assim, as aulas 3, 6, 11, 13, 14 da sequência didática foram utilizadas para comparar e demonstrar a evolução destas votações.

Estes quadros também oferecem a oportunidade para visualizar a redução no número de intervenções à medida que as aulas ocorrem, sugerindo algum nível de contribuição com a introdução tanto da videoanálise quando das experimentações com pluviômetros a partir da aula 11 da sequência didática ou terceira aula em IpC refletindo na melhoria no percentual de votações em pré-teste.

Dentro deste contexto, a análise realizada no delineamento quase-experimental também avalia o efeito no aumento ou não referente ao percentual de acertos nas votações realizadas nos pós-teste quando comparados a pré-teste.

A metodologia IpC foi associada as intervenções com experimentação com os pluviômetros artesanais, videoanálise dos vídeos gravados em sala de aula e experimentação com pluviômetro automatizado. Assim, foram observados como efeito os percentuais de acertos nas votações de pré-testes e pós-testes tendo como causa deste efeito as experimentações com pluviômetros e a videoanálise.

Nesta pesquisa, estabeleceu-se como Variável Independente (VI) as experimentações com pluviômetros artesanais, experimentação com pluviômetro automatizado, gravação dos vídeos e a videoanálise destes vídeos. Como variável dependente (VD) estão as votações de pré-teste e pós-teste.

A própria definição do delineamento quase-experimental garante a não distribuição aleatória e preserva os atributos estruturais dos experimentos. Ao passo

que nos experimentos puros as explicações alternativas são minimizadas já que a estrutura do delineamento garante distribuição aleatória.

Este esquema é particularmente valioso, pois permite visualizar conhecimentos específicos acerca da variável dependente e como vem se comportando. Para isso, são utilizados outros princípios para explicar a abordagem escolhida. A falta de um grupo de controle torna mais desafiador determinar se o efeito mencionado anteriormente ocorreria sem a intervenção, contudo, a ética é mantida, uma vez que acreditamos que todos os educandos das turmas envolvidas neste estudo devem ter a oportunidade de vivenciar as experimentações com pluviômetros artesanais, experimentação com pluviômetro automatizado, gravação dos vídeos e a videoanálise destes vídeos.

De maneira que as conclusões acerca do impacto do tratamento sejam consideradas válidas, é importante que esse impacto seja significativo na variável dependente (VD). Assim sendo, tem como o objetivo evidenciar que os resultados aumentam com a presença do tratamento e diminuem sem ele.

Este método é utilizado apenas quando os efeitos referentes ao tratamento desaparecem com a sua remoção. Como explicações alternativas estão o processo de interação entre educandos e, sobretudo dentro da IpC, os debates entre colegas que facilitam as votações de pós-testes. Sendo assim, cada questão de pós-teste está relacionada a um conceito distinto, o percentual de acertos nas votações em pós-teste, ou seja, os efeitos, foram comparados com o percentual de acertos nas votações em pré-teste, ou seja, as diferentes causas (experimentações com pluviômetros artesanais, experimentação com pluviômetro automatizado, gravação dos vídeos e a videoanálise destes vídeos).

A precisão estatística dos testes está diretamente relacionada a dimensão da amostra. Realizar a aplicação tanto do pré-teste quanto do pós-teste pelas mesmas pessoas pode comprometer o conteúdo, contudo, a contribuição para o comportamento da pesquisa é garantida por conta da sequência de tratamento.

Para auxiliar o entendimento das séries temporais analisadas considere (O) como sendo a observação das votações, (P) como sendo pré-teste, (S) como sendo pós-teste e (D) a intervenção (debate entre os colegas). O debate entre os colegas ocorre anteriormente à observação das votações e após a observação do pré-teste. A eficácia das intervenções tende a melhorar com a redução das suas incidências.

As análises de quase experimentos em séries temporais referente a turma 2009

estão demonstradas nos quadros de 9 a 13, representam as aulas em IpC ocorridas na sequência de 1 a 5. Desta maneira, a primeira aula em IpC contou com a introdução do conteúdo, apresentação da metodologia (avaliação diagnóstica) e foram necessárias 8 intervenções em 17 pré-testes. A segunda aula em IpC contou com conteúdo associados à matemática, ciência e foram necessárias 10 intervenções em 15 pré-testes. A terceira aula em IpC contou com conteúdo associados à educação matemática, educação ambiental, videoanálise e foram necessárias 12 intervenções em 14 pré-testes. A quarta aula em IpC contou com conteúdo associados à experimentação, videoanálise, matemática, e foram necessárias 6 intervenções em 10 pré-testes. A quinta aula em IpC contou com conteúdo associados à ciência, matemática, experimentação (avaliação final) e foram necessárias 3 intervenções em 9 pré-testes aplicados.

Quadro 9: Turma 2009 – (QE) em série temporal - primeira aula em IpC - Introdução do conteúdo, apresentação da metodologia. (avaliação diagnóstica)

OP1	DOS1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6	DOS6	OP7	DOS7	OP8	OP9	OP10	DOS10	OP11	DOS11	OP12	OP13	OP14	DOS14	OP15	DOS15	OP16	DOS16	OP17
-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	------	-----	-----	------	-------	------	-------	------	------	------	-------	------	-------	------	-------	------

Fonte: o autor

Quadro 10: Turma 2009 – (QE) em série temporal - segunda aula em IpC - matemática, ciência

OP1	OP2	DOS2	OP3	DOS3	OP4	OP5	DOS5	OP6	DOS6	OP7	DOS7	OP8	OP9	OP10	DOS10	OP11	DOS11	OP12	DOS12	OP13	DOS13	OP14	DOS14	OP15
-----	-----	------	-----	------	-----	-----	------	-----	------	-----	------	-----	-----	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------

Fonte: o autor

Quadro 11: Turma 2009 – (QE) em série temporal - terceira aula em IpC - educação matemática, educação ambiental, videoanálise

OP1	DOS1	OP2	DOS2	OP3	DOS3	OP4	DOS4	OP5	DOS5	OP6	DOS6	OP7	DOS7	OP8	DOS8	OP9	OP10	DOS10	OP11	OP12	DOS12	OP13	DOS13	OP14	DOS14
-----	------	-----	------	-----	------	-----	------	-----	------	-----	------	-----	------	-----	------	-----	------	-------	------	------	-------	------	-------	------	-------

Fonte: o autor

Quadro 12: Turma 2009 – (QE) em série temporal - quarta aula em IpC - experimentação, videoanálise, matemática

OP1	OP2	DOS2	OP3	DOS3	OP4	DOS4	OP5	OP6	DOS6	OP7	DOS7	OP8	OP9	DOS9	OP10
-----	-----	------	-----	------	-----	------	-----	-----	------	-----	------	-----	-----	------	------

Fonte: o autor

Quadro 13: Turma 2009 – (QE) em série temporal - quinta aula em IpC - ciência, matemática, experimentação. (avaliação final)

OP1	DOS1	OP2	OP3	DOS3	OP5	OP6	OP7	OP8	OP9	OP10	DOS10
-----	------	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	------	-------

Fonte: o autor

O gráfico 1 combinado com os quadros 14 e 15 ajudam a entender os dados. O gráfico representa o recorte específico relacionado às votações ocorridas em pré-teste e pós-teste, nas quais houve intervenções na turma 2009 em todas as aulas em IpC. No quadro 14 está a relação entre o número de intervenções com o número de questões, assim, os dados demonstram que em 39 das 65 votações em pré-teste ocorreram intervenções com debate entre colegas e posterior votação em pós-teste, o equivalente a 60%. No quadro 15, os resultados de pós-teste foram menores que pré-teste em 12 das 39 votações o que equivale a 30,77%. Em 25 das 39 votações os resultados em que pós-teste foram maiores do que pré-teste, o que equivale a 64,10%. Em 02 de 39 votações ocorreram empate, equivalente a 5,13%.

O recorte a seguir, estabelece uma visão para as questões em pós-teste, desta forma, os dados demonstram que as votações foram superiores a 70% de acertos em pós-teste em 14 das 39 votações, o que equivale a 35,90%. O mesmo valor para as votações em que o número de acertos ficou entre 30% e 70%. O percentual de acertos em pós-teste foi inferior a 30% em 11 das 39 votações, o equivalente a 28,21%.

Gráfico 1: Análise comparativa entre pré-teste e pós-teste da turma 2009



Legenda: Eixo vertical: Percentual de acertos em votações;
Eixo horizontal: Registro das votações OS's (ocorrência de pós-teste) de séries temporais, abrangendo os quadros 2 a 6.

Fonte: o autor

Quadro 14: Relação entre intervenção e número de questões

TOTAL DE QUESTÕES		2009	2010	2011
Primeira Aula de IpC - Introdução do conteúdo, apresentação da metodologia. (Avaliação diagnóstica)	23/08/2023	17	12	14
Segunda Aula de IpC - Matemática, Sustentabilidade, Ciência.	20/09/2023	15	15	15
Terceira aula de IpC - Educação Matemática, Educação Ambiental, Vídeoanálise .	08/11/2023	14	14	14
Quarta aula de IpC - Experimentação , Vídeoanálise , Matemática, Sustentabilidade.	29/11/2023	10	10	10
Quinta aula de IpC - Ciência, Matemática, Experimentação . (Avaliação final)	06/12/2023	9	8	9
Total de questões da sequência didática		65	59	62

TOTAL DE INTERVENÇÕES		2009	2010	2011
Primeira Aula de IpC - Introdução do conteúdo, apresentação da metodologia. (Avaliação diagnóstica)	23/08/2023	8	8	11
Segunda Aula de IpC - Matemática, Sustentabilidade, Ciência.	20/09/2023	10	10	9
Terceira aula de IpC - Educação Matemática, Educação Ambiental, Vídeoanálise .	08/11/2023	12	6	9
Quarta aula de IpC - Experimentação , Vídeoanálise , Matemática, Sustentabilidade.	29/11/2023	6	5	3
Quinta aula de IpC - Ciência, Matemática, Experimentação . (Avaliação final)	06/12/2023	3	5	2
Total de intervenções na sequência didática		39	34	34

RELAÇÃO INTERVENÇÃO COM O NÚMERO DE QUESTÕES.		2009	2010	2011
		60,0%	57,6%	54,8%

Fonte: o autor

Quadro 15: Análise dos resultados dos pré-teste e pós-teste turma 2009

% de acertos superiores a 70% em pós teste	14	35,90%
% de acertos entre 30% e 70% em pós teste	14	35,90%
% de acertos inferiores a 30% em pós teste	11	28,21%

pós-teste < pré-teste	12	30,77%
pós-teste > pré-teste	25	64,10%
pós-teste = pré-teste	2	5,13%

Fonte: o autor

As análises de quase experimentos em séries temporais referente à turma 2010 estão demonstradas nos quadros de 16 a 20, representam as aulas em IpC ocorridas na sequência de 1 a 5. Desta maneira, a primeira aula em IpC contou com a introdução do conteúdo, apresentação da metodologia (avaliação diagnóstica) e foram necessárias 8 intervenções em 12 pré-testes. A segunda aula em IpC contou com conteúdo associados à matemática, ciência e foram necessárias 10 intervenções em 15 pré-testes. A terceira aula em IpC contou com conteúdo associados à educação matemática, educação ambiental, videoanálise, e foram necessárias 06 intervenções em 14 pré-testes. A quarta aula em IpC contou com conteúdo associados à experimentação, videoanálise, matemática e foram necessárias 5 intervenções em 10 pré-testes. A quinta aula em IpC contou com conteúdo associados à ciência, matemática, experimentação (avaliação final) e foram necessárias 5 intervenções em 8 pré-testes aplicados.

Quadro 16: Turma 2010 – (QE) em série temporal - primeira aula em IpC - Introdução do conteúdo, apresentação da metodologia. (avaliação diagnóstica)

OP1DOS1OP2OP3DOS3OP4DOS4OP5DOS5OP6DOS6OP7DOS7OP8DOS8OP9OP10DOS10OP11OP12
--

Fonte: o autor

Quadro 17: Turma 2010 – (QE) em série temporal - segunda aula em IpC - matemática, ciência

OP1DOS1OP2DOS2OP3DOS3OP4OP5DOS5OP6DOS6OP7DOS7OP8DOS8OP9OP10OP11DOS11OP12OP13DOS13OP14OP15DOS15
--

Fonte: o autor

Quadro 18: Turma 2010 – (QE) em série temporal - terceira aula em IpC - educação matemática, educação ambiental, videoanálise

OP1OP2OP3DOS3OP4DOS4OP5OP6OP7OP8DOS8OP9OP10DOS10OP11DOS11OP12DOS12OP13OP14

Fonte: o autor

Quadro 19: Turma 2010 – (QE) em série temporal - quarta aula em IpC - experimentação, videoanálise, matemática

OP1OP2OP3DOS3OP4OP5DOS5OP6DOS6OP7DOS7OP8OP9DOS9OP10

Fonte: o autor

Quadro 20: Turma 2010 – (QE) em série temporal - quinta aula em IpC - ciência, matemática, experimentação (avaliação final)

OP1OP2DOS2OP3DOS3OP5DOS5OP6OP7OP9DOS9OP10DOS10

Fonte: o autor

O gráfico 2 combinado com os quadros 14 e 21 ajudam a entender os dados. O gráfico representa o recorte específico relacionado as votações ocorridas em pré-teste e pós-teste nas quais houve intervenções na turma 2010 em todas as aulas em IpC. O quadro 14 é a relação entre o número de intervenções com o número de questões, assim, os dados demonstram que em 34 das 59 votações em pré-teste ocorreram intervenções com debate entre colegas e posterior votação em pós-teste, o equivalente a 57,6%. O quadro 21 mostra os resultados de pós-teste foram menores que pré-teste em 7 das 34 votações o que equivale a 20,59%. Em 27 das 34 votações os resultados em que pós-teste foram maiores do que pré-teste, o que equivale a 79,41%. Não houve a ocorrência de votações empatadas.

O recorte a seguir, estabelece uma visão para as questões em pós-teste, desta forma, os dados demonstram que as votações foram superiores a 70% de acertos em pós-teste em 14 das 34 votações, o que equivale a 41,18%. O número de questões em que o percentual de acertos ficou entre 30% e 70 % foi de 15 de 34 votações, o que equivale a 44,12% O percentual de acertos em pós-teste foi inferior a 30% em 5 das 34 votações, o equivalente a 14,71%.

Gráfico 2: Análise comparativa entre pré-teste e pós-teste da turma 2010



Legenda: Eixo vertical: Percentual de acertos em votações;
 Eixo horizontal: Registro das votações OS's (ocorrência de pós-teste) de séries temporais, abrangendo os quadros 7 a 11.

Fonte: o autor

Quadro 21: Análise dos resultados dos pré-teste e pós-teste turma 2010

% de acertos superiores a 70% em pós teste	14	41,18%
% de acertos entre 30% e 70% em pós teste	15	44,12%
% de acertos inferiores a 30% em pós teste	5	14,71%
pós-teste < pré-teste	7	20,59%
pós-teste > pré-teste	27	79,41%
pós-teste = pré-teste	0	0,00%

Fonte: o autor

As análises de quase experimentos em séries temporais referentes à turma 201 estão demonstradas nos quadros de 22 a 26, representam as aulas em IpC ocorridas na sequência de 1 a 5. Desta maneira, a primeira aula em IpC contou com a introdução do conteúdo, apresentação da metodologia (avaliação diagnóstica) e foram necessárias 8 intervenções em 17 pré-testes. A segunda aula em IpC contou com conteúdo associados à matemática, ciência e foram necessárias 10 intervenções em 15 pré-testes. A terceira aula em IpC contou com conteúdo associados à educação matemática, educação ambiental, videoanálise e foram necessárias 12 intervenções em 14 pré-testes. A quarta aula em IpC contou com conteúdo associados à experimentação, videoanálise, matemática e foram necessárias 6 intervenções em 10

pré-testes. A quinta aula em IpC contou com conteúdo associados à ciência, matemática, experimentação (avaliação final) e foram necessárias 3 intervenções em 9 pré-testes aplicados.

Quadro 22: Turma 2011 – (QE) em série temporal - primeira aula em IpC - Introdução do conteúdo, apresentação da metodologia. (avaliação diagnóstica)

OP1OP2OP3DOS3OP4DOS4OP5OP6DOS6OP7DOS7OP8DOS8OP9DOS9OP10DOS10OP11DOS11OP12DOS12OP13OP14DOS14

Fonte: o autor

Quadro 23: Turma 2011 – (QE) em série temporal - segunda aula em IpC - matemática, ciência

OP1OP2DOS2OP3DOS3OP4OP5OP6DOS6OP7OP8DOS8OP9DOS9OP10DOS10OP11OP12DOS12OP13DOS13OP14DOS14OP15

Fonte: o autor

Quadro 24: Turma 2011 – (QE) em série temporal - terceira aula em IpC - educação matemática, educação ambiental, videoanálise

OP1DOS1OP2DOS2OP3DOS3OP4OP5DOS5OP6OP7DOS7OP8DOS8OP9DOS9OP10OP11OP12DOS12OP13DOS13OP14

Fonte: o autor

Quadro 25: Turma 2011 – (QE) em série temporal - quarta aula em IpC - experimentação, videoanálise, matemática

OP1OP2DOS2OP3OP4OP5DOS5OP6OP7DOS7OP8OP9OP10

Fonte: o autor

Quadro 26: Turma 2011 – (QE) em série temporal - quinta aula em IpC - ciência, matemática, experimentação (avaliação final)

OP1OP2OP3OP5DOS5OP6OP7OP8OP9OP10

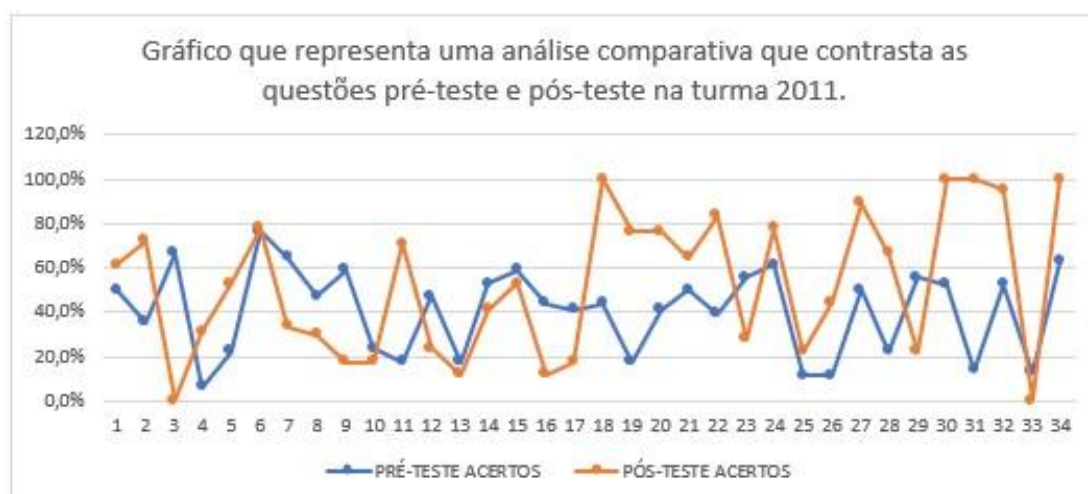
Fonte: o autor

O gráfico 3, combinado com os quadros 14 e 27, ajuda a entender os dados. O gráfico representa o recorte específico relacionado as votações ocorridas em pré-teste e pós-teste nas quais houve intervenções na turma 2011 em todas as aulas em IpC. O quadro 27, está a relação entre o número de intervenções com o número de questões, assim, os dados demonstram que em 34 das 62 votações em pré-teste ocorreram intervenções com debate entre colegas e posterior votação em pós-teste,

o equivalente a 54,8%. No quadro 27, os resultados de pós-teste foram menores que pré-teste em 14 das 39 votações o que equivale a 41,18%. Em 20 das 34 votações os resultados em que pós-teste foram maiores do que pré-teste, o que equivale a 58,82%. Não houve empate.

O recorte a seguir estabelece uma visão para as questões em pós-teste e, desta forma, os dados demonstram que as votações foram superiores à 70% de acertos em pós-teste em 15 das 34 votações, o que equivale a 44,12%. Para votações em 30% e 70% foram 14 acertos em pós-teste das 34, o que equivale a 41,18%. O percentual de acertos em pós-teste foi inferior à 14,71% em 5 das 34 votações.

Gráfico 3: Análise comparativa entre pré-teste e pós-teste da turma 2011



Legenda: Eixo vertical: Percentual de acertos em votações;
Eixo horizontal: Registro das votações OS's (ocorrência de pós-teste) de séries temporais, abrangendo os quadros 12 a 16.

Fonte: o autor

Quadro 27: Análise dos resultados dos pré-teste e pós-teste turma 2011

% de acertos superiores a 70% em pós teste	15	44,12%
% de acertos entre 30% e 70% em pós teste	14	41,18%
% de acertos inferiores a 30% em pós teste	5	14,71%

pós-teste < pré-teste	14	41,18%
pós-teste > pré-teste	20	58,82%
pós-teste = pré-teste	0	0,00%

Fonte: o autor

As análises de quase experimentos em séries temporais referentes à turma 2011 estão demonstradas nos quadros de 22 a 26, representam as aulas em IpC ocorridas na sequência de 1 a 5. Desta maneira, a primeira aula em IpC contou com a introdução do conteúdo, apresentação da metodologia (avaliação diagnóstica) e foram necessárias 8 intervenções em 17 pré-testes. A segunda aula em IpC contou com conteúdo associados à matemática, ciência e foram necessárias 10 intervenções em 15 pré-testes. A terceira aula em IpC contou com conteúdo associados à educação matemática, educação ambiental, videoanálise e foram necessárias 12 intervenções em 14 pré-testes. A quarta aula em IpC contou com conteúdo associados à experimentação, videoanálise, matemática e foram necessárias 6 intervenções em 10 pré-testes. A quinta aula em IpC contou com conteúdo associados à ciência, matemática, experimentação (avaliação final) e foram necessárias 3 intervenções em 9 pré-testes aplicados.

Quadro 22: Turma 2011 – (QE) em série temporal - primeira aula em IpC - Introdução do conteúdo, apresentação da metodologia (avaliação diagnóstica)

OP1OP2OP3DOS3OP4DOS4OP5OP6DOS6OP7DOS7OP8DOS8OP9DOS9OP10DOS10OP11DOS11OP12DOS12OP13OP14DOS14

Fonte: o autor

Quadro 23: Turma 2011 – (QE) em série temporal - segunda aula em IpC - matemática, ciência

OP1OP2DOS2OP3DOS3OP4OP5OP6DOS6OP7OP8DOS8OP9DOS9OP10DOS10OP11OP12DOS12OP13DOS13OP14DOS14OP15

Fonte: o autor

Quadro 24: Turma 2011 – (QE) em série temporal - terceira aula em IpC - educação matemática, educação ambiental, videoanálise

OP1DOS1OP2DOS2OP3DOS3OP4OP5DOS5OP6OP7DOS7OP8DOS8OP9DOS9OP10OP11OP12DOS12OP13DOS13OP14

Fonte: o autor

Quadro 25: Turma 2011 – (QE) em série temporal - quarta aula em IpC - experimentação, videoanálise, matemática

OP1OP2DOS2OP3OP4OP5DOS5OP6OP7DOS7OP8OP9OP10

Fonte: o autor

Quadro 26: Turma 2011 – (QE) em série temporal - quinta aula em IpC - ciência, matemática,

experimentação (avaliação final)

OP1OP2OP3OP5DOS5OP6OP7OP8OP9OP10

Fonte: o autor

O gráfico 3, combinado com os quadros 14 e 27, ajuda a entender os dados. O gráfico representa o recorte específico relacionado as votações ocorridas em pré-teste e pós-teste nas quais houve intervenções na turma 2011 em todas as aulas em IpC. O quadro 27, está a relação entre o número de intervenções com o número de questões, assim, os dados demonstram que em 34 das 62 votações em pré-teste ocorreram intervenções com debate entre colegas e posterior votação em pós-teste, o equivalente a 54,8%. No quadro 27, os resultados de pós-teste foram menores que pré-teste em 14 das 39 votações o que equivale a 41,18%. Em 20 das 34 votações os resultados em que pós-teste foram maiores do que pré-teste, o que equivale a 58,82%. Não houve empate.

O recorte a seguir estabelece uma visão para as questões em pós-teste e, desta forma, os dados demonstram que as votações foram superiores à 70% de acertos em pós-teste em 15 das 34 votações, o que equivale a 44,12%. Para votações em 30% e 70% foram 14 acertos em pós-teste das 34, o que equivale a 41,18%. O percentual de acertos em pós-teste foi inferior à 14,71% em 5 das 34 votações.

5.4 Relatos compartilhados pelos participantes.

Os educandos foram convidados a responderem à pergunta abaixo de maneira totalmente anônima. Esta pergunta está inserida em um contexto de avaliação e aprimoramento pedagógico, tendo como objetivo receber um *feedback* dos educandos acerca da experiência de aprendizado.

Vale ressaltar que este tipo de questionamento tem a intensão de entender, a partir da perspectiva dos educandos de que maneira a abordagem do ensino foi recebida e, sobretudo, qual foi o impacto que ela teve no aprendizado.

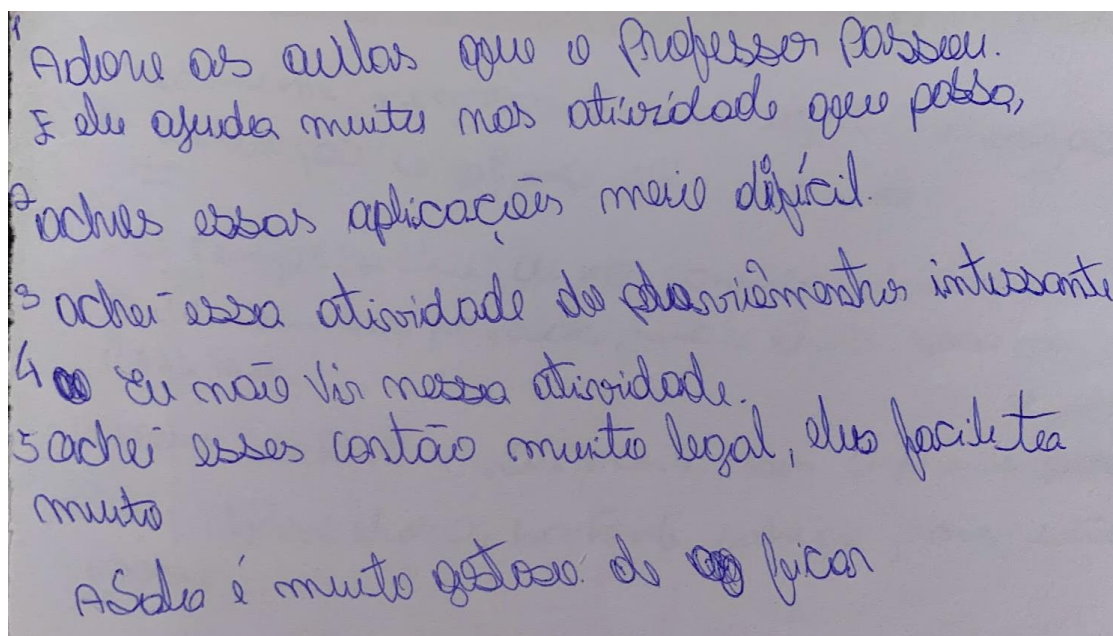
Os educandos são convidados a refletir acerca de como o professor conduziu as atividades e interagiu com eles. Desta maneira, espera-se, obter *insights* acerca da eficácia da metodologia empregada, a clareza na transmissão dos conteúdos e o grau de engajamento proporcionado pela abordagem. A pergunta busca entender o que os educandos puderam realmente absorver e como esses momentos impactaram

seu respectivo entendimento dos conteúdos.

Outro aspecto está na oportunidade de incentivar os educandos a refletirem acerca da relevância das aulas, a pergunta “Gostaríamos muito de ouvir sua opinião sobre as aulas em que esteve presente, a forma como o professor interagiu e conduziu as atividades, a importância desses momentos e o que você pôde absorver deles. Suas contribuições são preciosas para que possamos aprimorar a aplicação de abordagens diferenciadas no ensino.”

As figuras abaixo contêm *feedback* os relatos de alguns educandos da turma 2009.

Figura 37: Relato de um educando da turma 2009



Fonte: o autor

Figura 38: Relato de um educando da turma 2009

realmente necessária, bem legal, colaboração e
a interação é ótima, atencioso etc...

Me complica, me deixo confuso e umas matérias
aula bem complicada, mas tenho experiência
pessoal.

acho bastante interessante, bem diferente porém
bem trabalhoso, bastante cabeça para estudo
sóme.

eu gostei muito nele, por bem trabalhar
e bem fácil.

eu realmente acho diferente, porque você
vale nele sua opinião bem interessante
uma parte.

maravilhoso, não de bem com a vida
presquinhos e a sala de aula que tem
na sala tipo televisão facilita muito
a parte do Trabalho... Fim.

Figura 39: Relato de um educando da turma 2009

Professor é gente boa, e dá aula muito bem e aprendi muito com ele,
essa matéria é boa ~~para~~ porque o professor explica bem a matéria, e tem,
é muito bom, e excelente muito bom e prático, é ~~muito~~ muito bom prático,
< 10/10 geladinho,

Fonte: o autor

Figura 40: Relato de um educando da turma 2009

"Análises do Professor André?
 Na minha opinião. Eu acredito que
 a matéria em que o Professor explica e dá atenção,
 aos seus alunos. e o Professor André tem muita
 paciência, e bem mais nos seus falas."

"Geometria?
 O dueto e os seus geometrias Triângulo retângulo,
 ajudou muito. E eu aprendi mais a importância
 sobre o ângulo, a altura, largura e etc."

"Videomaker?
 Excelente, e muito bem feito."

"Cantos fix!!!
 Excelente e Show B Bola!!!"

"Chromecast!!!"

"É Difícil, mas é Bem legal!!!"

"Sóla master
 Show B Bola!!!"

Figura 42: Relato de um educando da turma 2009

achei muito boa pois aprendi bastante coisa,
a colaboração era pacífica e agradável, bastante
difícil, bastante interessante pra aprender coisa
diferente, eu não levei pra casa então não posso falar,
achei boa, muito bom e diferente, maravilhosa super
gelada,

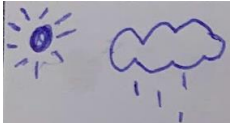
Fonte: o autor

Figura 43: Relato de um educando da turma 2009

Preferisco muito pacífica e legal ~~sempre~~,
Lembrei de algumas coisas, gostei muito das aulas
eu achei as aulas com as cartelas muito boas
e legais, acho que aula melhor não, muito boa

Fonte: o autor

Figura 44: Relato de um educando da turma 2009



muito boa, muito útil, ochei o trabalho
 Robóticos incríveis, eu gostei de aprender
 nos Videos, ochei diferente e muito interessante
 esse trabalho de cartão, amei o Chromebook,
 Amei a Sala Maker moraria aqui,
 o ar também muito bom

Fonte: o autor

Figura 45: Relato de um educando da turma 2009



Foi ótima pois ele ensinou muito
 bem, e nós aprendemos bastante.
 aprendi pluviômetro e diversas coisas,
 eu amei a aula do cartão, pois eu aprendi
 muita coisa que eu não sabia, a
 sala é perfeita.

Fonte: o autor

Figura 46: Relato de um educando da turma 2009

muito legal, muito fofa, foi difícil gostar, amei! ♥, melh que as outras

Fonte: o autor

Figura 47: Relato de um educando da turma 2009

1) O professor faz muito bem nas coisas que ele falou e fez, sabe explicar muito bem, sobre as áreas e volumes eu tive muita dificuldade, quanto o pluviômetro robótico e o da Garrafa Pet foi uma experiência muito legal, gostei muito de analisar, sobre o sistema de avaliação dos cartões Plickers porque sou muito prática, a sala maker e maravilhosa gostei de mais ainda que foi a melhor coisa que a escola fez na vida!!!

Fonte: o autor

De acordo com as respostas dos educandos da turma 2009, de maneira geral, indicam que a abordagem inovadora e prática foi bem recebida, o que fez aumentar o interesse e o envolvimento deles. Contudo, eles ressaltam a necessidade de utilizar em conjunto os métodos tradicionais e modernos, as aulas foram vistas como uma maneira de aprendizado dinâmico e diferente. Um dos educandos desta turma comentou que achou as aplicações “meio difíceis”, o que sugere que a complexidade das atividades pode ter sido desafiadora para alguns.

As figuras seguintes contêm *feedback* os relatos de alguns educandos da turma 2010.

Figura 48: Relato de um educando da turma 2010

Gostei muito da colaboração de Prok:
 nada :)
 Gostei muito do questionário e da
 não lembro experiência
 gostei além de ser bem digitado
 e bem explicado.
 não lembro
 Gladinha, bom.

Fonte: o autor

Figura 49: Relato de um educando da turma 2010

Foi ótimo, ~~mas~~ eu não estive presente,
 não estive presente mas pelo o que eu vi dos
 meus amigos foi legal, foi bem legal nunca
 tinha visto, acho legal um pouco complicada
 algumas perguntas mas foi bom, não estive
 presente, maravilhosa nota 10, gladinha,

Fonte: o autor

Figura 50: Relato de um educando da turma 2010

~~Eu achei~~ Foi o último professor, não aprendi nada,
 Eu achei legal, não estive presente, podia ter mais
 Eu achei legal,
 não vim,
 não ~~quis~~ fazer aula,
 maravilhosa 100,00

Fonte: o autor

Figura 51: Relato de um educando da turma 2010

Então, a aula é legal, o professor é
 bom. Os exercícios era como de fazer um
 pouco difícil. Não. Um pouco difícil e
 legal de se fazer. Amei a atividade de contar
 e divertido. Gostei. melhor sala da escola
 amoooo.

Fonte: o autor

Figura 52: Relato de um educando da turma 2010

O Professor foi super atencioso sempre explicando
 e ajudando os alunos, consegui aprender um
 pouco, mais foi excelente ~~em~~ esse método foi
 muito Prático e bom, um trabalho bem desen
 volvido, foi uma experiência muito boa,
 muito bem, melhor sala muito fresca,

Fonte: o autor

Figura 53: Relato de um educando da turma 2010

- 1- Muito boa, ótimo.
- 2- Aprende muito sobre áres, volume e.
- 3- Eu achei muito, tanto na parte de montar, até na parte de monitorar todos.
- 4- A aula foi legal, mas não me lembro de muito coisa sobre.
- 5- É muito bom, e divertido, melhor jeito de aprender agente, aprende muito mais.
- 6- Foi muito ~~interessante~~ interessante.
- 7- A melhor sala da escola, pra mim, as aulas muito boa.

Fonte: o autor

Figura 54: Relato de um educando da turma 2010

- 1- O professor foi bem participativo nos aulas, aprendi muito com ele.
- 2- Sinceramente eu aprendi muita coisa, mais eu aprendi foi os formados.
- 3- Eu achei muito interessante, foi uma coisa nova na minha vida eu aprendi muita coisa com plurimetros.
- 4- Eu achei bem legal, tanto que eu participei de algumas aulas e foi muito divertido.
- 5- O melhor avaliação de todos ano ajuda muito no desempenho nos testes de ~~o~~ não precisa fazer provas.
- 6- Interessante.
- 7- Nunca tinha conhecido uma sala, depois que conheci a gostei bastante.

Fonte: o autor

Figura 55: Relato de um educando da turma 2010

1- Colaboração do Prof^o - O professor foi muito bem e explicou tudo direitinho durante as aulas,
 2- Não me lembro.
 3- a aula sobre pluviômetro da garrafa pet, foi bem e cativante eu aprendi muitas coisas sobre o pluviômetro.
 4- a aula sobre a análise de vídeo eu aprendi muito coisa, prestei muita atenção também.
 5- a aula sobre análise sobre cartões plickers fez a gente responder as respostas certas.
 6- Não me lembro.
 7- ~~Na aula~~ sobre a sala maker é muito bem para prestar atenção e além tem as condicionadas, muito top.

Fonte: o autor

Figura 56: Relato de um educando da turma 2010

A colaboração da professora foi boa gostei da aula.
 Não lembro nada de geometria foi interessante as
 Propostas Polísticas, mas não participei do pluviômetro,
 vídeo análise não participei, A melhor parte das
 aulas é as Cartões Plickers muito bom para aprender,
 Não lembro das Chromalinks, Sala maker é a
 melhor sala da Colégio.

Fonte: o autor

Figura 57: Relato de um educando da turma 2010

Colab. do Prof^o: O apoio prestado aos alunos nas aulas foi excelente, porém a explicação do conteúdo é muito monótona e fácil de se perder.

Aplic. dos Conceitos Aulas que ensinam como e de geometria: Como utilizar o conhecimento passado são as melhores, nesse ponto nada a reclamar.

Protótipos: A ideia é boa, uma excelente proposta cada uma delas, porém não foram devidamente explicadas sobre funcionamento e manutenção, tornando a execução complicada.

Videoanálise: Uma das aulas que mais gostei, lecionando os conhecimentos de forma simples e direta.

cartões
Plickers (AV): esse é um modelo interessante de se fazer uma avaliação e uma aula, ainda mais para exercícios de fixação.

Chromebooks: Razoável, porém deveria explorar mais os recursos dele para mais conteúdo e interação.

Sala Maker: Ambiente adequado, limpo, organizado, bem refrigerado e vigiado, porém pouca capacidade para uma turma inteira.

Fonte: o autor

De maneira geral, no caso da turma 2010, os depoimentos dos educandos refletiram uma aceitação positiva sobretudo com a experimentação e acerca da videoanálise, contudo, alguns estudantes sugeriram a necessidade de explicações mais detalhadas, sobretudo acerca de assuntos mais complexos.

As figuras a seguir contêm *feedback* os relatos de alguns educandos da turma 2011.

Figura 58: Relato de um educando da turma 2011

As aulas do professor André são muito boas, pois são bastante dinâmicas. As aulas com os conceitos de geometria foram bem explicadas, eu achei bastante interessante as aulas com robótica. A aula com videoanálise eu achei bem chata, Achei legal e diferente a avaliação com os cartões Plickers. A sala Maker é uma das melhores salas, pois é espaçosa e divertida.

Fonte: o autor

Figura 59: Relato de um educando da turma 2011

1- O ensino é bom, O jeito de explicar é bom, não lembro, as atividades envolvendo o planímetro foi interessante, o aula onde começou a videoanálise foi boa, ~~O cartão plickers foi o método mais prático de responder as atividades, não sei~~, O espaço é muito bom e

Fonte: o autor

Figura 60: Relato de um educando da turma 2011

É UM PROF INCRÍVEL? SUPER ATENCIOSO,
 ESTOU SENDO SINCERA, EU NÃO LEMBRO DE NADA,
 FOI MUITO BOM! ADOREI FAZER ESSE TRABALHO,
 FOI BEM LEGAL, TURMA SE JUNTOU PELA PRIMEIRA
 VEZ FOI UMA ÓTIMA IDEIA! AULA SUPER PRÁTICA
 E SUPER LEGAL. POR MIM TODOS OS PROF. PODERIA
 PASSAR ISSO, ADOREI, EU NÃO LEMBRO.
 A SALA MAKE É A MELHOR DA ESCOLA!
 POR MIM TODAS AS SALAS PODERIA SER IGUAL
 ESSA.

Fonte: o autor

Figura 61: Relato de um educando da turma 2011

O Professor André procurou em inovar suas aulas
 de uma forma melhor mais enriquecedora e mais intere-
 ssante / não lembro / Atividade com os Robôs e os
 Pluviômetros foi muito boa todas funcionaram Perfei-
 tamente / Professor fez uma videoanálise muito
 interessante onde ele mostrava os gráficos / a opção
 de avaliações com ~~cartões~~ os cartões Plickers foi inovador
 e bastante inovador tornando as atividades melhor /
 não cheguei usar porém foi muito inovador e bom / O uso
 da sala Make foi a melhor opção pois é mais acconcho-
 gante.

Fonte: o autor

Figura 62: Relato de um educando da turma 2011

O professor André é uma pessoa muito gentil, simpático e quando ele precisa ser grosso ele é as vezes.

Conceitos de geometria acho que não participei muito dessa aula as vezes, mais já ouvi falar.

protótipos realísticos não participei muito dessa aula, então não lembro.

a aula com a autocurralize, achei muito legal por divertido demais.

Cartões Plickers, eu como fazer parte dessa aula, muito divertido e maneiro também.

chromelinks, não usei.

uso da sala make, muito boa, a melhor sala da escola bem organizada.

Fonte: o autor

Figura 63: Relato de um educando da turma 2011

- GOSTEI DAS AULAS POR QUE TIVEMOS
 EXPERIÊNCIAS NOVAS E AS ATIVIDADES
 QUE FOI PROPOSTAS NA SALA DE AULA,
 SOBRE GEOMETRIA A ELE EXPLICOU BEM
 A MATÉRIA DE ACORDO COM OS PROTÓTIPOS
~~DE GEOMETRIA~~ NA CONSTRUÇÃO DOS PROTÓTIPOS
 ACHA INTERESSANTE TAMBÉM
 A GENTE PODE TER UMA IDEIA DE COMO
 UM PLUVIOMETRO FUNCIONA UTILIZANDO
 MATERIA RECICLADOS E APRENDENDO
 SOBRE CONSCIÊNCIA AMBIENTAL AO MESMO
 TEMPO, SOBRE O CARTÕES GOSTEI DESSA
 MÉTODO DE AVALIAÇÃO PELO FATO DA
 GENTE ALGUMAS VEZES TRABALHAR EM
 EQUIPE, ~~SOBRE A SALA DE AULA~~

Fonte: o autor

Figura 64: Relato de um educando da turma 2011

O professor André é um dos únicos que compreende e tenta ajudar os alunos, eu tenho algumas dificuldades nessas "matérias" mas com o prof. eu entendi bem, foi bem interessante porque nunca imaginei que poderia medir a chuva com garrafa PET, eu achei bem legal poder ver nosso trabalho em um vídeo-análise, eu acho que essa com a melhor parte da aula foi bem divertido, eu não lembro da aula kkk, mas parecia ser bem interessante. Melhor sala da escola, ela é bem fresca e o Wifi é ótimo!

Fonte: o autor

Figura 65: Relato de um educando da turma 2011

Interessante e participativo; Não me recordo que me lembro de matéria é que é interessante; Funcionaram bem, bem para aprendizagem e prática; bem visível e explicativo, ótimo interação com os alunos; achei inovador e divertido; tecnológico e interativo; espaço limpo, tecnológico e agradável.

Fonte: o autor

Figura 66: Relato de um educando da turma 2011

Achei difícil me adaptar as aulas sem anotações pois trabalho melhor assim. Lembro um pouco, mas não tenho facilidade com física. Achei legal, nunca tinha tido uma aula tão prática, e adorei fazer o pluviômetro. Interessante saber como funciona a análise do pluviômetro. Achei os cartões Plickers, achei uma ótima forma de avaliação. Não lembro. A sala é ótima e geladinha, é um ambiente diferente de uma sala de aula normal e é interessante e confortável.

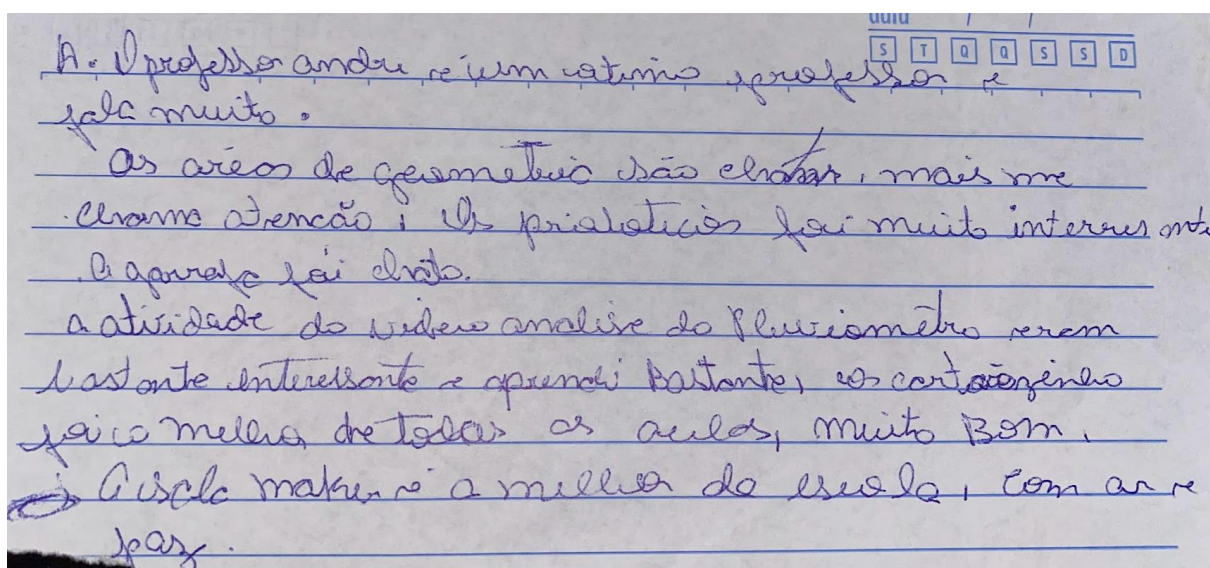
Fonte: o autor

Figura 67: Relato de um educando da turma 2011

O professor é muito atencioso e explica bem as aulas, tem que prestar muita atenção nessas aulas porque é complicado, foi muito eficiente e ajudou sobre a saber da intensidade da chuva, foi importante para nós alunos saber como funciona esse processo, achei bastante divertido e prático nas aulas, foi bom para saber mexer mais em computadores, gosto muito dessa sala pois é com ar-condicionado e fica fresca.

Fonte: o autor

Figura 68: Relato de um educando da turma 2011



A: O professor andré é um ótimo professor e
 fala muito.
 As aulas de geometria são claras, mais me
 chama atenção: as práticas foi muito interessantes
 a prática foi ótima.
 a atividade do vídeo análise do pluviômetro eram
 bastante interessante e aprendi bastante, as cartazes
 ficou melhor de todas as aulas, muito Bom.
 A escola tornou a melhor da escola, com a re-
 pass.

Fonte: o autor

De maneira geral, os educandos demonstraram satisfação com as aulas, sobretudo em relação ao uso de tecnologias. Alguns ajustes tanto na apresentação do conteúdo quanto na revisão das atividades poderiam ter ajudado melhor na compreensão e adesão dos discentes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No processo de construção de conceitos é importante que os educandos passem por uma ampla variedade de experiências que proporcionem maneiras progressivas de abstração e generalização. A utilização de materiais manipulativos para o desenvolvimento tanto de conceitos de geometria quanto de gráficos com a videoanálise oportunizaram a compreensão e a associação de conceitos pelos educandos.

Trabalhar com TDIC`s (pluviômetros (artesanal e robótico) e a videoanálise dos experimentos com pluviômetros artesanais) e materiais manipulativos, em vez de reduzir o papel do educador, o amplia, uma vez que introduz novas perspectivas acerca do processo de ensino e aprendizagem.

Desta maneira, é importante que o educador procure organizar as atividades tendo em mente as diversas maneiras acerca de como os educandos interagem entre eles, entre eles e com o educador, entre eles e as experimentações, assim flexibilizar algumas escolhas que melhor atendem aos objetivos.

Este estudo procurou questionar as representações mentais implícitas na construção de conceitos geométricos dos educandos quando propôs a realização das experimentações. A geometria não é apenas uma parte da cultura científica, mas ela também é uma ferramenta útil para uma variedade de competências.

Os objetivos delineados para o estudo foram amplamente alcançados, as análises estatísticas do capítulo anterior reforçam que a metodologia IpC em associação com as TDIC`s e materiais manipulativos proporcionaram uma melhoria na compreensão de conceitos de geometria por educandos do ensino médio regular noturno.

Os resultados mostraram que as turmas participantes apresentaram melhorias, principalmente no aumento do número de acertos nos pós-testes quando comparados com pré-testes. Outro ponto importante está na diminuição no número de intervenções nas aulas em IpC.

Propomos situações que abriam espaço para discussão e reflexão, esperamos que este trabalho contribua de alguma maneira para educadores e educandos, uma vez que são oferecidas abordagens diferenciadas para o ensino de geometria.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E.; Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2: p. 362-384, 2013
- BARRETO, M. C., CAMELO, Z. B., GOMES, N. M. C. C., PEREIRA, G. A. Estado da arte em pesquisas acadêmicas brasileiras, de 2010 a 2019, sobre o ensino de geometria desenvolvidas no Nordeste. **Perspectiva**, [S. l.], v. 39, n. 1, p. 1–22, 2021. DOI: 10.5007/2175-795X.2021.e71085. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/71085>. Acesso em: 10 out. 2024.
- BASHYAL M.;MULVANEY, M.;BEAN, E. (2019). Design and Construction of a Constant Head Infiltrimeter 1. **EDIS**, 2019. 10.32473/edis-ag433-2019. DOI:10.32473/edis-ag433-2019. 2019.
- BATISTA, B. E. S. **Física e meio ambiente**: criação de rede de monitoramento de chuvas no colégio Estadual Coronel João Limongi em São José do Vale do Rio Preto. 2019. 92f. Dissertação de Mestrado em ensino de física. – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2019.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção de autonomia dos estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1: p. 25 – 40, Londrina, 2011.
- BRAGA, A.S.; BRAGA, S.M.; FERNADES, C.V.S.; Estações meteorológicas automatizadas: relato de uma experiência com sensores independentes em bacia experimental. **XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: < http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/7._Orienta%C3%A7%C3%B5es_aos_Conselhos.pdf>. Acesso em 23.08.2022.
- CAMPBELL, D.T.; STANLEY, J.C. **Experimental and quasi-experimental designs for research**. Houghton Mifflin Company Boston. Palo Alto London, 1963.
- CASARIL, M. Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa): a concepção do letramento e o estado da arte no Brasil. **Revista Trama**, Cascável, PR, v. 12, n. 27, p. 84-109, 2016.
- CAVALHEIRO, Mariane. **A arte e sua potencialidade na abordagem steam**. 2020 90f. Dissertação (Mestrado em tecnologia da inteligência e do Design Digital) – PUC-SP, São Paulo, SP. 2020.
- EVANGELISTA, F. L. CHAVES, L.T. Uma proposta experimental e tecnológica na perspectiva de Vygotsky para o ensino de física. **Revista do Professor de Física**, v. 3, n. 1, p. 177-200, Brasília, 2019. Instituto de Física - Universidade de Brasília.

FEARNSIDE, P.M. **As lições dos eventos climáticos extremos de 2021 no Brasil: série completa**. 2022. Amazoniareal . Disponível em: < <https://amazoniareal.com.br/as-lico-es-dos-eventos-climaticos-extremos-de-2021-no-brasil-1-a-enchente-na-amazonia/> >. Acesso em 23.08.2022.

FERREIRA, R. A. NUNES, A. P. L. Análise experimental dos efeitos da presença de espuma no bombeamento centrífugo de polpa de minério de ferro. **Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração**. 2021, vol. 18, e2182 | <https://doi.org/10.4322/2176-1523.20212182> . 2021

FRANÇA, M. J. M. **Utilização de softwares na simulação e videoanálise de alguns tópicos de física para o ensino médio**. 2019. 133 f. Dissertação de Mestrado em ensino de física. – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019.

FLORES. C. R. **Registros de representação semiótica em matemática: história, epistemologia, aprendizagem**. 2006. Boletim de educação Matemática, vol. 19, núm. 26, 2006, pp. 1-22 Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

IBGE, 2017. **Perfil dos Municípios Brasileiros 2017**. Relatório Técnico, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Rio de Janeiro. 2018.

JESUS, V. L. B.; **Experimentos e Videoanálise: dinâmica**. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2014.

JUNIOR, A. G. B. Videoanálise com software livre tracker no laboratório didático de física movimento parabólico e segunda lei de newton. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 29, n. Especial 1: p. 469-490, set. 2012.

KAEWKITIPONG, L.; CHEN, C.C.; RACTHAM, P. **Lessons learned from the use of social media in combating a crisis: a case study of 2011 Thailand flooding disaster**. AIS. eLibrary, Thirty Third International Conference on Information Systems, Orlando. 2012.

KALEFF, A. M.; NASCIMENTO, R. S. Atividades Introdutórias às Geometrias Não – Euclidianas: o Exemplo da Geometria do táxi. **Boletim gepem** / nº 44 – jan./jun. 2004. P.11 – 42.

LEAL, B. M. F., SALGADO, M. S. S. TICs in the Geometry Education: Proposals for Change the Content Approach, **XXII CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL**, Blucher Design Proceedings, Volume 5, 2018, Pages 1031-1038, ISSN 2318-6968, <http://dx.doi.org/10.1016/sigradi2018-1552> (www.proceedings.blucher.com.br/article-details/29836)

LIMA, E. S. OLIVEIRA, J.S.P **Vygotsky: sua teoria e a contribuição na educação**. Seminário Gepráxis, Vitória da Conquista – Bahia – Brasil, v. 8, n. 14, p. 1-12, maio, 2021.

LORENZATO, S. **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores** – coleção formação de professores, 3ª ed. Editora autores associados.

2012.

LORENZATO, S. **Para aprender matemática** – coleção formação de professores – 3ª ed. ver. Editora autores associados. 2010.

LORENZATO, S. **Por que não ensinar geometria?** A educação matemática em revista – SBEM – Sociedade Brasileira de Educação Matemática, ano 111, N°4, 1 SEMESTRE DE 1995, p. 3-13.

LUTZ, M. R. LEIVAS, J. C. P. **Abordagens Metodológicas para o Ensino de Geometria**. Editora Mundo Acadêmico GEPGEO, Porto Alegre: Mundo Acadêmico, 2021.

MARENGO, J.A.O. **Mudanças climáticas, Condições Meteorológicas Extremas e Eventos Climáticos no Brasil**. 2016. Disponível em http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf. Acesso em 17-08-2022.

MAROTO, J.A. DIOS, J NIEVES, F. J. de las. Use of a Mariotte bottle for the experimental study of the transition from laminar to turbulent flow. **Revista Am. J. Phys.** 70 (7), July 2002. American Association of Physics Teachers. 2002.

MARTINS, R.F. **Estudo do conceito geométrico de área em um curso técnico agropecuário**. 2020. 141 f. Dissertação de Mestrado em ensino de ciências e matemática – Universidade Federal de Uberlândia, 2020.

MAZUR, E. Farewell, lecture? **Perspectives**. 2009. VOL. 323 SCIENCE www.sciencemag.org. 2009.

MENDES, M.T.; SILVA, K.A.P. Reinvenção guiada e o ensino de Matemática: um estudo das representações semióticas que emergem de uma atividade. **Polyphonía**, v. 28/2, jul.-dez. 2017

MENEZES, A. C. S. **Desenvolvimento e calibração de pluviômetros automáticos de baixo custo**. 2019. 47f, Dissertação de Mestrado em Engenharia agrícola – Universidade federal do vale do São Francisco, 2019.

MESSAGE, C.P.; MARQUES, A.P.A.Z.; GITAHY, R.R.C.; SOUSA, S.O.; TERÇARIOL, A.A.L. Peer instruction: metodologia ativa de ensino e aprendizagem e suas ferramentas de interatividade gratuitas. **Colloquium Humanarum**, vol. 14, n. Especial, Jul-Dez, 2017, p. 644-650. DOI: 10.5747/ch.2017.v14.nesp.001005.

MITRE, S. M. *et al.* Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência & Saúde Coletiva**, 13 (sup 2), 2008.

MORETTI, M. T. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **Revemat**: R. Eletr. de Edu. Matem. Florianópolis, v. 07, n. 2, p.266-297, 2012.

NASCIMENTO, C. B. C. **A Metodologia Ativa de Instrução pelos Colegas associada à Videoanálise de Experimentos**: um ensaio na introdução de funções

em turmas de 9º ano do Ensino Fundamental. 2019. 113f. Dissertação de Mestrado Profissional em ensino de ciências - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis. RJ, Nilópolis, 2019.

NEVES, J. M. MARRANGHELLO, G. F. Videoanálise da chegada do rover Perseverance em Marte: aplicações no estudo da cinemática. **Revista A Física na Escola**, v. 20, n. 1, 2022.

OLIVEIRA, S.B.; NORONHA, T.B.; GUIMARÃES, V.T. Pluviômetro Automatizado de Código Aberto e Baixo Custo Utilizando a Plataforma Arduino. **Revista Educar Mais**, v.3, Nº especial 2019. P. 70 a 76.

PETTER, A.A. ESPINOSA, T. ARAÚJO, I.S. Inovação didática no ensino de física: um estudo sobre a adoção do método instrução pelos colegas (peer instruction) no contexto de mestrados profissionais em ensino no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 43, e20210070, 2021

PINHEIRO, L. C. **Mitigação dos impactos de precipitação nas encostas e mobilização da sociedade civil**: Estudo de caso do município de Petrópolis (rj). 2009. 145 f. Dissertação de Mestrado em defesa e segurança civil – Universidade Federal Fluminense, 2009.

PINTO, A. S. S. et al. Inovação didática – projeto de reflexão e aplicação de metodologias ativas de aprendizagem no ensino superior: uma experiência com “peer instruction”. **Janus**, ano 6, n. 15, 2012.

PINTO, A.; BUENO, M.; KOEHLER, S.; SELLMANN, M.; SILVA, M.; Inovação didática - Projeto de reflexão e aplicação de metodologias ativas de aprendizagem no ensino superior: uma experiência com “peer instruction”. **Janus**, [S.l.], v. 9, n. 15, 2012.

QUINTILHANO, S. R. ROMEIRAL, P. A. A. F. BARRETO, M. TONDATO, R. Metodologias ativas de aprendizagem: aplicação da sala de aula invertida no curso de engenharia de produção da UTFPR – CAMPUS LONDRINA. **XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO** “A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil” Maceió, Alagoas, Brasil, 16 a 19 de outubro de 2018. 2018.

RANGEL, W. O. **Aplicação de uma atividade experimental sobre vazão de líquidos para o estudo de funções no ensino médio**. 2019. 185 f. Dissertação de Mestrado em ensino de ciências exatas. São Carlos – SP. 2019.

RIBEIRO JUNIOR, O. A.; VIEIRA, B.M.; COSTA, R.G. **A Teoria de Raymond Duval no ensino de funções matemáticas**. Research, Society and Development, v. 10, n. 3, e27310313325, 2021 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13325>

RODRIGUES, R. U. **Geometria e ensino híbrido...você já ouviu falar? Uma formação continuada de professores do ensino fundamental I**. 2019. 240f. Dissertação de mestrado em educação matemática – Pontifícia universidade católica

de São Paulo. 2019.

SANCHES, R.G. SILVA, M.S.D.S. SANTOS, B.C. PEREIRA, D.N.B.P. Proposta de pluviômetro de baixo custo utilizando a plataforma de prototipagem Arduino. Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento. **XVII Simpósio Brasileiro de geografia física aplicada**. Instituto de geociências – Unicamp. Campinas – SP. 2017.

SANTOS, T.T.B.; NUNES, D.M. Um olhar reflexivo sobre a aprendizagem geométrica no 9º ano do ensino fundamental. **IV EIEMAT. 2º Encontro Nacional Pibid Matemática**. 2014.

SILVA, J.A.; LUSTOSA, M.C. The substantial relevance of the theory of registers of semiotic representation in the mathematical learning of the rational numbers in the vision of Raymundo Duval. **International Journal of Human Sciences Research**, v. 2, n. 31, 2022 DOI 10.22533/at.ed.5582312205102

STIEGELMEIER, E. W., MARTHOS, V. C., BRESSAN, G. M. O contexto da geometria no âmbito escolar: concepções e implicações na formação docente. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, Bento Gonçalves, RS, v. 5, n. 1, p. 25–40, 2019. DOI: 10.35819/remat2019v5i1id3167. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/REMAT/article/view/3167>.. Acesso em: 10 out. 2024.

TULLIS, J.G., GOLDSTONE, R.L. Why does peer instruction benefit student learning?. **Cogn. Research**, 5, 15 (2020). <https://doi.org/10.1186/s41235-020-00218-5>

VIGOTSKII, L.S. LURIA, A.R. LEONTIEV, A.N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Tradução de: Maria da Pena Villalobos. - 11a edição - São Paulo: ícone, (Coleção Educação Crítica), 2010.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. Livraria Martins Fontes Editora Ltda. 4ª edição brasileira. São Paulo - SP 1991.

WILDNER, M. C. S. **Robótica educativa**: um recurso para o estudo de geometria plana no 9º ano do ensino fundamental. 2015. Dissertação de Mestrado em ensino e ciências exatas – Centro universitário univates, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A - PRÉ-TESTE E PÓS-TESTES

PRÉ-TESTE E PÓS-TESTES

Testes conceituais que ocorreram na primeira aula em IpC - Introdução do conteúdo, apresentação da metodologia. (Avaliação diagnóstica)

AVALIAÇÃO CONCEITUAL DIAGNÓSTICA SOBRE A COMPREENSÃO E PROGRESSO EM GEOMETRIA. (primeira aula em IpC)

Para conhecer, entender e desenvolver nos educandos familiaridade com raio, circunferência e diâmetro, número irracional, vazão de líquidos e velocidade, os conteúdos prévios relacionados abaixo são os que estarão pautados na avaliação conceitual diagnóstica.

- 1) Conceitos básicos de matemática, como operações básicas (adição, subtração, multiplicação e divisão), frações, porcentagem e geometria plana.
- 2) Propriedades das figuras geométricas planas, como retângulos, quadrados e triângulos.
- 3) Teorema de Pitágoras e relações métricas no triângulo retângulo.
- 4) Noções de grandezas e medidas, como comprimento, área e volume.
- 5) Unidades de medida, como metros, centímetros, litros e mililitros.
- 6) Conceitos de velocidade, como distância percorrida e tempo gasto.
- 7) Conceitos de vazão, como volume de líquido que passa por um determinado ponto em um tempo específico.
- 8) Noções de números irracionais, como π e raiz quadrada.

PRÉ-TESTE 1) Qual é o resultado da operação $(6 + 3) \times 2$?

1

- A 12
- B 18
- C 9
- D 15

PÓS-TESTE 1) Qual é a fração equivalente a 0,75?

2

- A $\frac{3}{4}$
- B $\frac{5}{6}$
- C $\frac{2}{3}$
- D $\frac{4}{5}$

PRÉ-TESTE 2) Qual é o diâmetro de uma circunferência com raio 5 cm?

3

- A 5 cm
- B 10 cm
- C 15 cm
- D 25 cm

PÓS-TESTE 2) Qual é o resultado da seguinte operação: $(6 \times 4) + (12 \div 3) - 2$?

4

- A 24
- B 30
- C 28
- D 26

PRÉ-TESTE 1) Qual das opções abaixo apresenta corretamente a propriedade dos triângulos equiláteros?



- A Possuem todos os lados iguais
- B Possuem dois lados iguais e um diferente
- C Possuem um ângulo interno reto
- D Possuem todos os ângulos internos iguais

PÓS-TESTE 1) Qual das opções abaixo apresenta corretamente a propriedade dos quadrados?

2

- A Possuem quatro lados iguais e ângulos internos retos.
- B Possuem três lados iguais e um diferente.
- C Possuem apenas dois lados iguais.
- D Possuem quatro ângulos internos diferentes.

PRÉ-TESTE 2) Qual das opções abaixo apresenta corretamente a propriedade dos retângulos?

3

- A Possuem quatro lados iguais e ângulos internos retos.
- B Possuem três lados iguais e um diferente.
- C Possuem dois pares de lados iguais e ângulos internos retos.
- D Possuem quatro ângulos internos diferentes.

PÓS-TESTE 2) Qual das opções abaixo apresenta corretamente a propriedade dos triângulos isósceles?

4

- A Possuem todos os lados iguais
- B Possuem dois lados iguais e um diferente
- C Possuem um ângulo interno reto
- D Possuem todos os ângulos internos iguais

PRÉ-TESTE 1) Qual é a relação métrica que relaciona o cateto adjacente e a hipotenusa em um triângulo retângulo?

1

- A Seno
- B Cosseno
- C Tangente
- D Teorema de Pitágoras

PÓS-TESTE 1) Em um triângulo retângulo, qual é a relação métrica que relaciona o cateto oposto e a hipotenusa?

2

- A Teorema de Pitágoras
- B Cosseno
- C Tangente
- D Seno

PRÉ-TESTE 2) Se um dos ângulos internos de um triângulo retângulo mede 30 graus, qual é a medida do outro ângulo interno agudo?



- A 30 graus
- B 45 graus
- C 60 graus
- D 90 graus

PÓS-TESTE 2) Qual é a relação métrica que relaciona os catetos em um triângulo retângulo?

4

- A Seno
- B Cosseno
- C Tangente
- D Teorema de Pitágoras

PRÉ-TESTE 3) Qual é a relação métrica que relaciona o cateto oposto e o cateto adjacente em um triângulo retângulo?

5

- A Seno
- B Cosseno
- C Tangente
- D Teorema de Pitágoras

PÓS-TESTE 3) Qual é o teorema que relaciona os catetos e a hipotenusa de um triângulo retângulo?

6

- A Lei dos cossenos
- B Teorema de Tales
- C Teorema de Pitágoras
- D Teorema de Herão

PRÉ-TESTE 1) Qual é a unidade de medida padrão para comprimento no Sistema Internacional de Unidades (SI)?

1

- A Metro
- B Quilômetro
- C Centímetro
- D Milímetro

PÓS-TESTE 1) Qual é a fórmula para calcular a área de um retângulo?

2

- A $A = \pi r^2$
- B $A = 2\pi r$
- C $A = \text{base} \times \text{altura}$
- D $A = \text{comprimento} \times \text{largura}$

PRÉ-TESTE 2) Qual é a fórmula para calcular o volume de um cubo?



- A $V = \text{comprimento} \times \text{largura}$
- B $V = \pi r^2 h$
- C $V = \text{comprimento} \times \text{largura} \times \text{altura}$
- D $V = (4/3)\pi r^3$

PÓS-TESTE 2) Qual é a unidade de medida padrão para volume no Sistema Internacional de Unidades (SI)?

4

- A Metro cúbico (m^3)
- B Litro (L)
- C Centímetro cúbico (cm^3)
- D Mililitro (mL)

PRÉ-TESTE 3) Qual é a fórmula para calcular a área de um círculo?

5

- A $A = \pi r^2$
- B $A = \text{largura} \times \text{altura}$
- C $A = \text{base} \times \text{altura}$
- D $A = 2\pi r$

PÓS-TESTE 3) Qual das opções abaixo representa a área de um retângulo com comprimento 5 cm e largura 8 cm?

6

- A 10 cm^2
- B 13 cm^2
- C 25 cm^2
- D 40 cm^2

PRÉ-TESTE 1) Qual é a unidade de medida padrão para comprimento no Sistema Internacional de Unidades (SI)?

1

- A Centímetro
- B Quilômetro
- C Metro
- D Milímetro

PÓS-TESTE 1) Qual é a fórmula para calcular a área de um retângulo?

2

- A $A = \pi r^2$
- B $A = \text{comprimento} \times \text{largura}$
- C $A = \text{base} \times \text{altura}$
- D $A = 2\pi r$

PRÉ-TESTE 2) Qual é a fórmula para calcular o volume de um cubo?



- A $V = \text{comprimento} \times \text{largura}$
- B $V = \pi r^2 h$
- C $V = \text{comprimento} \times \text{largura} \times \text{altura}$
- D $V = (4/3)\pi r^3$

PÓS-TESTE 2) Qual é a unidade de medida padrão para volume no Sistema Internacional de Unidades (SI)?

4

- A Metro cúbico (m^3)
- B Litro (L)
- C Centímetro cúbico (cm^3)
- D Mililitro (mL)

PRÉ-TESTE 3) Qual é a fórmula para calcular a área de um círculo?

5

- A $A = 2\pi r$
- B $A = \text{largura} \times \text{altura}$
- C $A = \text{base} \times \text{altura}$
- D $A = \pi r^2$

PÓS-TESTE 3) Qual das opções abaixo representa a área de um retângulo com comprimento 5 cm e largura 8 cm?

6

- A 10 cm^2
- B 13 cm^2
- C 25 cm^2
- D 40 cm^2

PRÉ-TESTE 1) Qual é a unidade de medida mais adequada para medir a altura de uma pessoa?

1

- A Milímetros
- B Centímetros
- C Metros
- D Quilômetros

PÓS-TESTE 1) Qual é a unidade de medida mais adequada para medir a distância entre duas cidades próximas?

2

- A Milímetros
- B Centímetros
- C Metros
- D Quilômetros

PRÉ-TESTE 2) Qual é a unidade de medida mais adequada para medir a capacidade de uma garrafa de água?



- A Milímetros
- B Centímetros
- C Metros
- D Mililitros

PÓS-TESTE 2) Qual é a unidade de medida mais adequada para medir o volume de uma piscina?

4

- A Milímetros
- B Centímetros
- C Metros
- D Litros

PRÉ-TESTE 3) Um carro percorre uma distância de 200 km em 4 horas. Qual é a sua velocidade média?

5

- A 50 km/h
- B 100 km/h
- C 150 km/h
- D 200 km/h

PÓS-TESTE 3) Um trem percorre uma distância de 600 km em 8 horas. Qual é a sua velocidade média em m/min?

6

- A 125 m/min
- B 150 m/min
- C 250 m/min
- D 375 m/min

PRÉ-TESTE 1) Qual é a fórmula para calcular a velocidade média de um objeto em movimento?

1

- A $v = d \cdot t$
- B $v = t/d$
- C $v = d + t$
- D $v = d/t$

PÓS-TESTE 1) Um carro percorre uma distância de 200 km em 4 horas. Qual é a sua velocidade média?

2

- A 50 km/h
- B 100 km/h
- C 150 km/h
- D 200 km/h

PRÉ-TESTE 2) Um avião percorre uma distância de 3000 km em 5 horas. Qual é a sua velocidade média em m/s?

3

- A 166,7 m/s
- B 27,8 m/s
- C 83,3 m/s
- D 500 m/s

PÓS-TESTE 2) Uma bicicleta percorre uma distância de 15 km em 30 minutos. Qual é a sua velocidade média em km/h?

4

- A 30 km/h
- B 45 km/h
- C 60 km/h
- D 90 km/h

PRÉ-TESTE 1) Qual é o valor aproximado de pi?

1

- A 2.14
- B 3.14
- C 4.14
- D 5.14

PÓS-TESTE 1) Qual é o resultado da raiz quadrada de 2 elevado ao quadrado?

2

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4

PRÉ-TESTE 2) Qual é o número irracional que representa a diagonal de um quadrado de lado 1?

3

- A pi
- B raiz quadrada de 2
- C raiz quadrada de 3
- D raiz quadrada de 4

PÓS-TESTE 2) Qual é o valor aproximado da raiz quadrada de 3?

4

- A 1.41
- B 1.73
- C 2.14
- D 2.45

PRÉ-TESTE 1) Como as mudanças climáticas podem afetar a quantidade de chuvas em uma determinada região?

1

- A Aumentando a quantidade de chuvas.
- B Diminuindo a quantidade de chuvas.
- C Não afetando a quantidade de chuvas.
- D Aumentando a quantidade de chuvas no verão e diminuindo no inverno.

PÓS-TESTE 1) Quais são os impactos das mudanças climáticas na intensidade das chuvas?



- A As chuvas tendem a ficar mais fracas.
- B As chuvas tendem a ficar mais fortes.
- C Não há impacto na intensidade das chuvas.
- D As chuvas tendem a ficar mais frequentes, mas com menor intensidade.

PRÉ-TESTE 2) Qual é o impacto das mudanças climáticas na distribuição das chuvas ao longo do ano?

3

- A A distribuição das chuvas tende a ser mais uniforme ao longo do ano.
- B A distribuição das chuvas tende a ser mais irregular ao longo do ano.
- C Não há impacto na distribuição das chuvas ao longo do ano.
- D A distribuição das chuvas tende a ser mais frequente.

PÓS-TESTE 4) O que são as mudanças climáticas?

4

- A Variações climáticas naturais ao longo do tempo
- B Mudanças na temperatura da superfície terrestre causadas pelo aumento na emissão de gases de efeito estufa.
- C Mudanças na temperatura da superfície terrestre causadas por atividades vulcânicas.
- D Aumento na temperatura da superfície terrestre causado pelo desmatamento.

AVALIAÇÃO CONCEITUAL COM APLICAÇÃO DA IpC COM OS CARTÕES *PLICKERS* SOBRE A COMPREENSÃO DO QUE FOI DESENVOLVIDO DA EXPERIMENTAÇÃO COM PLUVIÔMETROS.

Também considerada como a terceira aula da sequência e a correspondente à segunda aplicação da IpC, foram elaboradas algumas questões objetivas que se referem ao trabalho desenvolvido na aula anterior com a prototipação de pluviômetros caseiros com a garrafa PET. As questões serão precedidas de uma breve explicação e são embaladas pela reflexão acerca das questões ambientais.

Para entender e identificar nos educandos o desenvolvimento sobre os conteúdos de geometria e matemática utilizados na experimentação e construção de um pluviômetro caseiro utilizando uma garrafa PET. As questões conceituais estão divididas em blocos conforme abaixo.

- 1) Conteúdos de física, geometria, matemática, raio, circunferência e diâmetro, número irracional, vazão de líquidos e velocidade, utilizados na construção de um pluviômetro caseiro utilizando uma garrafa PET.
- 2) Sobre simulações de chuvas com o pluviômetro caseiro e o frasco de *Mariotte*.
- 3) Sobre como as mudanças climáticas podem afetar a quantidade e a intensidade das chuvas.
- 4) Sobre como as mudanças climáticas podem afetar a agricultura e o meio ambiente.
- 5) Sobre exploração de como a chuva pode afetar a produção de culturas agrícolas, a disponibilidade de água para os ecossistemas naturais e a qualidade da água em rios e lagos.

PRE-TESTE 1) Qual é a forma geométrica da garrafa PET utilizada na construção do pluviômetro caseiro?

1

- A Esférica
- B Cilíndrica
- C Cônica
- D Retangular

PÓS TESTE 2) Qual é o número irracional utilizado na fórmula para calcular a área da abertura da garrafa PET?

2

- A Pi (π)
- B Epsilon (ϵ)
- C Phi (ϕ)
- D Delta (Δ)

PRE-TESTE 3) Como é possível calcular a vazão de líquidos que caem no pluviômetro durante um determinado período?

3

- A Medindo a altura da água acumulada
- B Medindo a área da abertura da garrafa PET
- C Medindo a velocidade da água que cai
- D Medindo o raio da garrafa PET

PÓS-TESTE 4) Qual é a fórmula utilizada para calcular a área da abertura da garrafa PET?

4

- A $A = \pi d^2 / 6$
- B $A = 2\pi r$
- C $A = \pi r^2$
- D $A = 2\pi d$

PRÉ TESTE 5) Qual é a unidade de medida utilizada para expressar a vazão de líquidos em um pluviômetro?

5

- A Litros por segundo
- B Metros por segundo
- C Milímetros por hora
- D Centímetros por minuto

PÓS TESTE 6) Qual é a unidade de medida utilizada para medir a altura da água acumulada no pluviômetro?

6

- A Litro
- B Metro
- C Centímetro
- D Milímetro

PRÉ TESTE 7) Qual é o instrumento utilizado para medir a altura da água acumulada no pluviômetro?

7

- A Trena
- B Paquímetro
- C Régua
- D Termômetro

PÓS TESTE 8) Qual é a finalidade do frasco de Mariotte na simulação de chuvas no pluviômetro caseiro?

8

- A Controlar a intensidade da chuva.
- B Medir a quantidade de água acumulada.
- C Evitar o transbordamento do pluviômetro.
- D Aumentar a capacidade do pluviômetro

PRÉ TESTE 1) O que é o frasco de Mariotte?

1

- A Um tipo de pluviômetro caseiro.
- B Um dispositivo utilizado para simular chuvas em laboratórios.
- C Uma garrafa PET com laterais retas.
- D Uma mangueira de rega.

PÓS TESTE 2) Qual é a finalidade da simulação de chuvas com o pluviômetro caseiro e o frasco de Mariotte?



- A Observar o processo de acumulação de água no pluviômetro e medir a altura da água com precisão.
- B Verificar a resistência do pluviômetro a diferentes intensidades de chuva.
- C Testar a qualidade da água coletada pelo pluviômetro.
- D Avaliar a eficiência do frasco de Mariotte em simular chuvas realistas.

PRÉ TESTE 3) Como é realizada a simulação de chuvas com o pluviômetro caseiro e o frasco de Mariotte?

3

- A Despejando água diretamente no pluviômetro.
- B Utilizando uma mangueira conectada ao pluviômetro.
- C Enchendo o frasco de Mariotte e deixando a água escorrer no pluviômetro.
- D Colocando o pluviômetro dentro de um recipiente com água.

PÓS TESTE 4) Qual é a vantagem de utilizar o frasco de Mariotte na simulação de chuvas?

4

- A Permite controlar a quantidade de água que cai no pluviômetro.
- B Garante que a quantidade de água seja sempre a mesma.
- C Evita que a água se evapore antes de cair no pluviômetro.
- D Reduz o tempo necessário para realizar a simulação.

PRÉ TESTE 5) Qual é a importância de realizar a simulação de chuvas com o pluviômetro caseiro e o frasco de Mariotte?

5

- A Monitorar a qualidade do ar.
- B Estudar a evolução das nuvens.
- C Avaliar o impacto da chuva na agricultura.
- D Monitorar o regime pluviométrico de uma região.

PÓS TESTE 6) Como a simulação de chuvas com o pluviômetro caseiro pode ajudar a prever enchentes?

6

- A Calculando a taxa de evaporação da água coletada.
- B Verificando a qualidade da água coletada.
- C Avaliando a intensidade da chuva e a capacidade de absorção do solo.
- D Analisando a temperatura da água coletada.

PRÉ-TESTE 1) Como as mudanças climáticas podem afetar a quantidade de chuvas em uma determinada região?

- A Aumentando a quantidade de chuvas.
- B Diminuindo a quantidade de chuvas.
- C Não afetando a quantidade de chuvas.
- D Aumentando a quantidade de chuvas no verão e diminuindo no inverno.

PÓS-TESTE 2) Quais são os impactos das mudanças climáticas na intensidade das chuvas?

- A As chuvas tendem a ficar mais fracas.
- B As chuvas tendem a ficar mais fortes.
- C Não há impacto na intensidade das chuvas.
- D As chuvas tendem a ficar mais frequentes, mas com menor intensidade.

PRÉ-TESTE 3) Qual é o impacto das mudanças climáticas na distribuição das chuvas ao longo do ano?

- A A distribuição das chuvas tende a ser mais uniforme ao longo do ano.
- B A distribuição das chuvas tende a ser mais irregular ao longo do ano.
- C Não há impacto na distribuição das chuvas ao longo do ano.
- D A distribuição das chuvas tende a ser mais frequente.

PÓS-TESTE 4) O que são as mudanças climáticas?

- A Variações climáticas naturais ao longo do tempo.
- B Mudanças na temperatura da superfície terrestre causadas pelo aumento na emissão de gases de efeito estufa.
- C Mudanças na temperatura da superfície terrestre causadas por atividades vulcânicas.
- D Aumento na temperatura da superfície terrestre causado pelo desmatamento.

PRÉ-TESTE 5) Quais são os impactos das mudanças climáticas na agricultura relacionados à chuva?

- A Aumento da produtividade agrícola devido ao aumento da quantidade de chuva.
- B Diminuição da produtividade agrícola devido à diminuição da quantidade de chuva.
- C Aumento da produtividade agrícola devido ao aumento da intensidade das chuvas.
- D Não há impacto das mudanças climáticas na agricultura relacionado à chuva.

PÓS-TESTE 6) Como as mudanças climáticas podem afetar a disponibilidade de água para uso humano?

- A Aumentando a disponibilidade de água em todas as regiões.
- B Reduzindo a disponibilidade de água em todas as regiões.
- C Aumentando a disponibilidade de água em algumas regiões e reduzindo em outras.
- D Não há impacto das mudanças climáticas na disponibilidade de água para uso humano.

PRÉ-TESTE 1) Como as mudanças climáticas podem afetar o crescimento das plantas?

- A Estimulando o crescimento de todas as plantas.
- B Reduzindo o crescimento de todas as plantas.
- C Estimulando o crescimento de algumas plantas e reduzindo em outras.
- D Não há impacto das mudanças climáticas no crescimento das plantas.

PÓS-TESTE 2) Como as mudanças climáticas podem afetar a qualidade dos solos?

- A Melhorando a qualidade dos solos em todas as regiões.
- B Piorando a qualidade dos solos em todas as regiões.
- C Melhorando a qualidade dos solos em algumas regiões e piorando em outras.
- D Não há impacto das mudanças climáticas na qualidade dos solos.

PRÉ-TESTE 3) Como as mudanças climáticas podem afetar a ocorrência de pragas e doenças nas plantas?

- A Reduzindo a ocorrência de pragas e doenças em todas as regiões.
- B Aumentando a ocorrência de pragas e doenças em todas as regiões.
- C Reduzindo a ocorrência de pragas e doenças em algumas regiões e aumentando em outras.
- D Não há impacto das mudanças climáticas na ocorrência de pragas e doenças nas plantas.

PÓS-TESTE 4) Como as mudanças climáticas podem afetar a produção de alimentos?

- A Aumentando a produção de alimentos em todas as regiões.
- B Reduzindo a produção de alimentos em todas as regiões.
- C Aumentando a produção de alimentos em algumas regiões e reduzindo em outras.
- D Não há impacto das mudanças climáticas na produção de alimentos.

PRÉ-TESTE 1) Como a chuva afeta a produção agrícola?

- A Chuvas frequentes aumentam a produção.
- B Chuvas frequentes diminuem a produção.
- C Chuvas escassas aumentam a produção.
- D Chuvas escassas diminuem a produção.

PÓS-TESTE 2) Como a chuva pode afetar a disponibilidade de água para os ecossistemas naturais?

- A Chuvas frequentes aumentam a disponibilidade de água.
- B Chuvas frequentes diminuem a disponibilidade de água.
- C Chuvas escassas aumentam a disponibilidade de água.
- D Chuvas escassas diminuem a disponibilidade de água.

PRÉ-TESTE 3) Como a qualidade da água em rios e lagos pode ser afetada pela chuva?

- A Chuvas frequentes melhoram a qualidade da água.
- B Chuvas frequentes pioram a qualidade da água.
- C Chuvas escassas melhoram a qualidade da água.
- D Chuvas escassas pioram a qualidade da água.

PÓS-TESTE 4) Como a chuva pode afetar a disponibilidade de água para a irrigação?

- A Chuvas frequentes aumentam a disponibilidade de água para irrigação.
- B Chuvas frequentes diminuem a disponibilidade de água para irrigação.
- C Chuvas escassas aumentam a demanda por irrigação e a necessidade de uso de fontes alternativas de água.
- D Chuvas escassas não têm impacto na disponibilidade de água para irrigação.

PRÉ-TESTE 5) Como a falta de chuva pode afetar a produção agrícola?

- A A falta de chuva pode aumentar a produtividade agrícola.
- B A falta de chuva pode reduzir a produtividade agrícola.
- C A falta de chuva não afeta a produtividade agrícola.
- D A falta de chuva pode melhorar a qualidade das culturas agrícolas.

PÓS-TESTE 6) Como a chuva pode afetar a disponibilidade de água para os ecossistemas naturais?

- A A chuva não tem impacto na disponibilidade de água para os ecossistemas naturais.
- B Chuvas frequentes podem aumentar a disponibilidade de água para os ecossistemas naturais.
- C Chuvas fortes podem diminuir a disponibilidade de água para os ecossistemas naturais.
- D Chuvas leves podem aumentar a disponibilidade de água para os ecossistemas naturais.

AVALIAÇÃO CONCEITUAL COM APLICAÇÃO DA IpC COM OS CARTÕES *PLICKERS* SOBRE A COMPREENSÃO DO QUE FOI DESENVOLVIDO DA EXPERIMENTAÇÃO COM VIDEOANÁLISE COM PLUVIÔMETROS CASEIROS.

Nesta quinta aula está programada para ocorrer a terceira aula de aplicação da metodologia IpC, onde serão apresentadas algumas questões selecionadas do banco de questões abaixo, referente as diversas oportunidades de videoanálises realizadas na aula anterior.

Antes de iniciar a aplicação dos testes conceituais, serão apresentadas alguns prints das videoanálises realizadas com o experimento com o pluviômetro.

O educando responderá a questionamentos sobre a videoanálise realizada, poderá explicar como o pluviômetro caseiro desempenha o papel de um instrumento para mensurar a quantidade de chuva. Também será uma oportunidade para que ele explique como é possível controlar a vazão de líquidos através das diferentes áreas de abertura circular nas mangueiras, ao apresentar tanto o pluviômetro caseiro quanto a garrafa de *Mariotte*.

Os educandos poderão demonstrar como realizaram a medição da altura da água em diferentes momentos e registraram esses valores no *software Tracker*. Descreverão como eles criaram gráficos que relacionam a altura da água com o tempo para cada área de abertura circular das saídas de água, com base nos dados coletados.

Na aula anterior, os grupos tiveram a oportunidade para comparar os resultados e discutir as discrepâncias observadas nos gráficos de acordo com as diferentes áreas de abertura circular. Assim, a ênfase deverá estar na relação entre as áreas de abertura circular e o tempo de coleta no pluviômetro.

Espera-se que os educandos expliquem qual a influência das áreas de abertura circular nas saídas de água na coleta de água pelo pluviômetro caseiro. Eles também tiveram a oportunidade de utilizar o *software Tracker* para analisar os dados coletados e criar gráficos para comparar os resultados na aula anterior. Ao trabalhar com diferentes áreas de abertura circular nas saídas de água, os educandos exploraram conceitos geométricos, como o cálculo da área de um círculo e sua relação com o diâmetro ou o raio.

Os educandos puderam observar e analisar como diferentes áreas de abertura circular nas saídas de água afetam a taxa de fluxo de água no pluviômetro. Eles

puderam calcular a taxa de fluxo de água (volume de água coletada por unidade de tempo) para cada configuração da mangueira.

Com base na taxa de fluxo, os educandos puderam explorar a relação entre a velocidade da água e a área de abertura da mangueira. Eles puderam discutir como uma área maior resulta em uma velocidade de fluxo menor e vice-versa, aplicando conceitos da física.

A atividade de experimentação com videoanálise da aula anterior, também permitiu que os educandos trabalhassem com gráficos, plotando a altura da água em função do tempo para cada configuração da mangueira.

PRÉ-TESTE 1) Qual é a relação entre a área de círculo das saídas de água da garrafa de Mariotte e a taxa de fluxo de água? 1 A. À medida que a área de círculo aumenta, a taxa de fluxo aumenta. B. À medida que a área de círculo aumenta, a taxa de fluxo diminui. C. A área de círculo não afeta a taxa de fluxo. D. A área de círculo afeta apenas a velocidade do fluxo, não a taxa de fluxo.	PÓS-TESTE 1) Qual é a relação entre a área de círculo das saídas de água e a velocidade do fluxo de água? 2 A. À medida que a área de círculo aumenta, a velocidade do fluxo aumenta. B. À medida que a área de círculo aumenta, a velocidade do fluxo diminui. C. A área de círculo não afeta a velocidade do fluxo. D. A área de círculo afeta apenas a taxa de fluxo, não a velocidade do fluxo.	PRÉ-TESTE 2) Qual conceito matemático está relacionado ao cálculo da área de círculo? 3 A. Geometria. B. Trigonometria. C. Álgebra. D. Cálculo diferencial.
PÓS-TESTE 2) Como a área de círculo afeta a taxa de fluxo em um pluviômetro caseiro? 4 A. A área de círculo não afeta a taxa de fluxo. B. À medida que a área de círculo aumenta, a taxa de fluxo diminui. C. A área de círculo afeta apenas a velocidade do fluxo, não a taxa de fluxo. D. A área de círculo afeta apenas a velocidade do fluxo, não a taxa de fluxo.	PRÉ-TESTE 3) Qual é a relação entre a velocidade do fluxo de água e a taxa de fluxo de água? 5 A. A velocidade do fluxo e a taxa de fluxo são diretamente proporcionais. B. A velocidade do fluxo e a taxa de fluxo são inversamente proporcionais. C. A velocidade do fluxo não afeta a taxa de fluxo. D. A velocidade do fluxo afeta apenas a área de círculo, não a taxa de fluxo.	PÓS-TESTE 3) Como as diferentes áreas de círculos afetam a altura da água no pluviômetro em função do tempo? 6 A. Áreas maiores resultam em alturas de água maiores. B. Áreas maiores resultam em alturas de água menores. C. A área de círculo não afeta a altura da água. D. A área de círculo afeta apenas a taxa de fluxo, não a altura da água.
PRÉ-TESTE 4) Como é possível representar graficamente a altura da água em função do tempo na atividade do pluviômetro caseiro? 7 A. Gráfico de linha. B. Gráfico de barra. C. Gráfico de dispersão. D. Gráfico de setores.	PÓS-TESTE 4) Quais estatísticas podem ser calculadas a partir dos dados coletados na atividade do pluviômetro caseiro? 8 A. Média e desvio padrão. B. Mediana e amplitude. C. Moda e intervalo interquartil. D. Variância e coeficiente de correlação.	PRÉ-TESTE 5) Além da física e da matemática, quais outras áreas do conhecimento estão envolvidas na atividade do pluviômetro caseiro? 9 A. Sustentabilidade e educação ambiental. B. Química e biologia. C. História e geografia. D. Psicologia e sociologia.

PÓS-TESTE 5) Qual é a definição de vazão?

10

- A A quantidade de água armazenada no pluviômetro.
- B A velocidade do fluxo de água em uma tubulação.
- C A área total da superfície exposta à chuva.
- D O tempo que leva para encher o pluviômetro completamente.

PRÉ-TESTE 6) Qual é a fórmula matemática para calcular a área de um círculo?

11

- A $A = c \cdot l$
- B $A = \pi \cdot r^2$
- C $A = 2 \cdot \pi \cdot r$
- D $A = \pi \cdot d$

PÓS-TESTE 6) Como a sustentabilidade está relacionada à atividade do pluviômetro caseiro?

12

- A A construção do pluviômetro utiliza materiais reciclados, promovendo a reutilização.
- B A atividade incentiva a economia de água durante a simulação de chuva.
- C O pluviômetro é feito de materiais biodegradáveis.
- D A atividade explora a relação entre o ciclo da água e a conservação de energia.

PRÉ-TESTE 7) O que representa a taxa de fluxo de água em um pluviômetro?

13

- A A quantidade total de água coletada em um determinado período.
- B A quantidade de água que passa por uma seção específica do pluviômetro por unidade de tempo.
- C A velocidade média da água caindo no pluviômetro.
- D A relação entre a altura da água e a largura do pluviômetro.

PÓS-TESTE 7) Qual é a unidade de medida comum para vazão?

14

- A Litros por segundo (L/s).
- B Centímetros cúbicos por minuto (cm³/min).
- C Metros quadrados por hora (m²/h).
- D Mililitros por dia (mL/d).

PRÉ-TESTE 8) Qual das opções a seguir descreve corretamente a relação entre a área do coletor de um pluviômetro em formato circular e o volume de água coletado?

15

- A A área do círculo não afeta o volume de água coletado.
- B A medida que a área do círculo aumenta, o volume de água coletado diminui.
- C A medida que a área do círculo aumenta, o volume de água coletado aumenta.
- D A área do círculo afeta apenas a taxa de fluxo de água, não o volume coletado.

PÓS-TESTE 8) Qual é a importância de explorar conceitos de geometria na atividade do pluviômetro caseiro?

16

- A A geometria permite calcular a taxa de fluxo de água com maior precisão.
- B A geometria ajuda a determinar a velocidade do fluxo de água na garrafa de Mariotte.
- C A geometria permite calcular a área do círculo do pluviômetro e, consequentemente, o volume de água coletado.
- D A geometria não está relacionada à atividade do pluviômetro caseiro.

PRÉ-TESTE 9) Qual é a relação entre o volume de água coletado e a altura da água no pluviômetro?

17

- A Quanto maior o volume de água coletado, maior a altura da água no pluviômetro.
- B Quanto menor o volume de água coletado, maior a altura da água no pluviômetro.
- C O volume de água coletado não afeta a altura da água no pluviômetro.
- D A altura da água no pluviômetro depende apenas do tempo de coleta, não do volume.

PÓS-TESTE 9) Como a atividade do pluviômetro caseiro pode contribuir para a educação ambiental?

18

- A A atividade não está relacionada à educação ambiental.
- B A atividade promove a conscientização sobre a importância da preservação da água.
- C A atividade explora a relação entre a quantidade de chuva e a poluição do ar.
- D A atividade incentiva o desperdício de água.

PRÉ-TESTE 10) Qual é a relação entre a taxa de fluxo de água e a vazão no contexto do pluviômetro caseiro?

19

- A A taxa de fluxo de água é igual à vazão multiplicada pela área do círculo.
- B A taxa de fluxo de água é igual à vazão dividida pela área do círculo.
- C A taxa de fluxo de água é igual à vazão somada à área do círculo.
- D A taxa de fluxo de água não está relacionada à vazão.

PÓS-TESTE 10) Qual é o objetivo principal da videoanálise com o software Tracker no experimento do pluviômetro caseiro?

20

- A Medir a temperatura da água coletada no pluviômetro.
- B Calcular a taxa de evaporação da água.
- C Analisar a altura da água ao longo do tempo.
- D Determinar a quantidade de chuva em diferentes regiões.

PRÉ-TESTE 11) Qual é a vantagem de utilizar o software Tracker na análise do experimento do pluviômetro caseiro em comparação com métodos tradicionais de medição?

21

- A Permite calcular a taxa de evaporação da água.
- B Facilita a determinação da quantidade de chuva em diferentes regiões.
- C Oferece uma análise mais precisa e detalhada da altura da água ao longo do tempo.
- D Agiliza o processo de construção do pluviômetro caseiro.

PÓS-TESTE 11) Qual conceito matemático pode ser explorado ao analisar os dados da altura da água ao longo do tempo no experimento do pluviômetro caseiro?

22

- A Estatística.
- B Geometria.
- C Cálculo diferencial.
- D Álgebra.

PRÉ-TESTE 12) Como a atividade do pluviômetro caseiro pode contribuir para a educação ambiental e a sustentabilidade?

23

- A Ao coletar água da chuva, reduz a necessidade de usar água potável para fins não essenciais.
- B Ao utilizar o software Tracker, incentiva o uso de tecnologias sustentáveis na análise de dados.
- C Ao explorar conceitos de geometria, promove a conscientização sobre formas e padrões na natureza.
- D Ao medir a taxa de evaporação, incentiva a conservação dos recursos hídricos.

PÓS-TESTE 12) Qual é a relação entre a área da parte superior do pluviômetro e o volume de água coletado?

24

- A Quanto maior a área da parte superior, menor o volume de água coletado.
- B Quanto maior a área da parte superior, maior o volume de água coletado.
- C A área da parte superior não tem relação com o volume de água coletado.
- D O volume de água coletado depende apenas da altura do pluviômetro.

PRÉ-TESTE 13) Qual é a importância de explorar conceitos de geometria na atividade do pluviômetro caseiro?

25

- A A geometria permite calcular a taxa de vazão de água com maior precisão.
- B A geometria ajuda a determinar a velocidade do fluxo de água na garrafa de Mariotte.
- C A geometria permite calcular a área da abertura superior do pluviômetro e, consequentemente, a quantidade de água capturada.
- D A geometria não está relacionada à atividade do pluviômetro caseiro.

PÓS-TESTE 13) Qual é a relação entre a taxa de vazão de água e a taxa de evaporação no pluviômetro caseiro?

26

- A A taxa de vazão de água é igual à taxa de evaporação.
- B A taxa de vazão de água é maior que a taxa de evaporação.
- C A taxa de vazão de água é menor que a taxa de evaporação.
- D A relação entre a taxa de vazão de água e a taxa de evaporação não pode ser determinada apenas com as opções fornecidas.

PRÉ-TESTE 14) Como a atividade do pluviômetro caseiro pode contribuir para a educação ambiental?

27

- A Ao realizar a coleta e medição da água da chuva, promove a compreensão do ciclo da água e a importância da preservação dos recursos hídricos.
- B Ao utilizar o software Tracker, incentiva o uso de tecnologias sustentáveis na análise de dados.
- C Ao explorar conceitos de geometria, promove a conscientização sobre formas e padrões na natureza.
- D Ao medir a taxa de evaporação, incentiva a conservação dos recursos hídricos.

28

PÓS-TESTE 14) Durante a análise das videoanálises e experimentos com o pluviômetro caseiro, qual aspecto fundamental vocês estudantes foram incentivados a explorar?

- ☐ A A influência das áreas de abertura circular nas saídas de água do funil de Mariotte e na coleta de água pelo pluviômetro caseiro.
- ☐ B A relação entre o número de tarefas conceituais realizadas e a qualidade dos dados coletados.
- ☐ C A importância do uso de diferentes softwares para a medição da chuva.
- ☐ D A descrição detalhada do processo de fabricação do pluviômetro caseiro.

PRÉ-TESTE 1) Qual é a relação entre a área de círculo das saídas de água da garrafa de Mariotte e a taxa de fluxo de água?

1

- ☐ A A medida que a área de círculo aumenta, a taxa de fluxo aumenta.
- ☐ B A medida que a área de círculo aumenta, a taxa de fluxo diminui.
- ☐ C A área de círculo não afeta a taxa de fluxo.
- ☐ D A área de círculo afeta apenas a velocidade do fluxo, não a taxa de fluxo.

PÓS-TESTE 1) Qual é a relação entre a área de círculo das saídas de água e a velocidade do fluxo de água?

2

- ☐ A A medida que a área de círculo aumenta, a velocidade do fluxo aumenta.
- ☐ B A medida que a área de círculo aumenta, a velocidade do fluxo diminui.
- ☐ C A área de círculo não afeta a velocidade do fluxo.
- ☐ D A área de círculo afeta apenas a taxa de fluxo, não a velocidade do fluxo.

PRÉ-TESTE 2) Qual conceito matemático está relacionado ao cálculo da área de círculo?

3

- ☐ A Geometria.
- ☐ B Trigonometria.
- ☐ C Álgebra.
- ☐ D Cálculo diferencial.

PÓS-TESTE 2) Como a área de círculo afeta a taxa de fluxo em um pluviômetro caseiro?

4

- ☐ A A área de círculo não afeta a taxa de fluxo.
- ☐ B A medida que a área de círculo aumenta, a taxa de fluxo diminui.
- ☐ C A área de círculo afeta apenas a velocidade do fluxo, não a taxa de fluxo.
- ☐ D A área de círculo afeta apenas a velocidade do fluxo, não a taxa de fluxo.

PRÉ-TESTE 3) Qual é a relação entre a velocidade do fluxo de água e a taxa de fluxo de água?

5

- ☐ A A velocidade do fluxo e a taxa de fluxo são diretamente proporcionais.
- ☐ B A velocidade do fluxo e a taxa de fluxo são inversamente proporcionais.
- ☐ C A velocidade do fluxo não afeta a taxa de fluxo.
- ☐ D A velocidade do fluxo afeta apenas a área de círculo, não a taxa de fluxo.

PÓS-TESTE 3) Como as diferentes áreas de círculos afetam a altura da água no pluviômetro em função do tempo?

6

- ☐ A Áreas maiores resultam em alturas de água maiores.
- ☐ B Áreas maiores resultam em alturas de água menores.
- ☐ C A área de círculo não afeta a altura da água.
- ☐ D A área de círculo afeta apenas a taxa de fluxo, não a altura da água.

PRÉ-TESTE 4) Como é possível representar graficamente a altura da água em função do tempo na atividade do pluviômetro caseiro?

7

- ☐ A Gráfico de linha.
- ☐ B Gráfico de barra.
- ☐ C Gráfico de dispersão.
- ☐ D Gráfico de setores.

PÓS-TESTE 4) Quais estatísticas podem ser calculadas a partir dos dados coletados na atividade do pluviômetro caseiro?

8

- ☐ A Média e desvio padrão.
- ☐ B Mediana e amplitude.
- ☐ C Moda e intervalo interquartil.
- ☐ D Variância e coeficiente de correlação.

PRÉ-TESTE 5) Além da física e da matemática, quais outras áreas do conhecimento estão envolvidas na atividade do pluviômetro caseiro?

9

- ☐ A Sustentabilidade e educação ambiental.
- ☐ B Química e biologia.
- ☐ C História e geografia.
- ☐ D Psicologia e sociologia.

PÓS-TESTE 5) Qual é a definição de vazão?

10

- A A quantidade de água armazenada no pluviômetro.
- B A velocidade do fluxo de água em uma tubulação.
- C A área total da superfície exposta à chuva.
- D O tempo que leva para encher o pluviômetro completamente.

PRÉ-TESTE 6) Qual é a fórmula matemática para calcular a área de um círculo?

11

- A $A = c \cdot l$
- B $A = \pi \cdot r^2$
- C $A = 2 \cdot \pi \cdot r$
- D $A = \pi \cdot d$

PÓS-TESTE 6) Como a sustentabilidade está relacionada à atividade do pluviômetro caseiro?

12

- A A construção do pluviômetro utiliza materiais reciclados, promovendo a reutilização.
- B A atividade incentiva a economia de água durante a simulação de chuva.
- C O pluviômetro é feito de materiais biodegradáveis.
- D A atividade explora a relação entre o ciclo da água e a conservação de energia.

PRÉ-TESTE 7) O que representa a taxa de fluxo de água em um pluviômetro?

13

- A A quantidade total de água coletada em um determinado período.
- B A quantidade de água que passa por uma seção específica do pluviômetro por unidade de tempo.
- C A velocidade média da água caindo no pluviômetro.
- D A relação entre a altura da água e a largura do pluviômetro.

PÓS-TESTE 7) Qual é a unidade de medida comum para vazão?

14

- A Litros por segundo (L/s).
- B Centímetros cúbicos por minuto (cm³/min).
- C Metros quadrados por hora (m²/h).
- D Mililitros por dia (mL/d).

PRÉ-TESTE 8) Qual das opções a seguir descreve corretamente a relação entre a área do coletor de um pluviômetro em formato circular e o volume de água coletado?

15

- A A área do círculo não afeta o volume de água coletado.
- B À medida que a área do círculo aumenta, o volume de água coletado diminui.
- C À medida que a área do círculo aumenta, o volume de água coletado aumenta.
- D A área do círculo afeta apenas a taxa de fluxo de água, não o volume coletado.

PÓS-TESTE 8) Qual é a importância de explorar conceitos de geometria na atividade do pluviômetro caseiro?

16

- A A geometria permite calcular a taxa de fluxo de água com maior precisão.
- B A geometria ajuda a determinar a velocidade do fluxo de água na garrafa de Mariotte.
- C A geometria permite calcular a área do círculo do pluviômetro e, consequentemente, o volume de água coletado.
- D A geometria não está relacionada à atividade do pluviômetro caseiro.

PRÉ-TESTE 9) Qual é a relação entre o volume de água coletado e a altura da água no pluviômetro?

17

- A Quanto maior o volume de água coletado, maior a altura da água no pluviômetro.
- B Quanto menor o volume de água coletado, maior a altura da água no pluviômetro.
- C O volume de água coletado não afeta a altura da água no pluviômetro.
- D A altura da água no pluviômetro depende apenas do tempo de coleta, não do volume.

PÓS-TESTE 9) Como a atividade do pluviômetro caseiro pode contribuir para a educação ambiental?

18

- A A atividade não está relacionada à educação ambiental.
- B A atividade promove a conscientização sobre a importância da preservação da água.
- C A atividade explora a relação entre a quantidade de chuva e a poluição do ar.
- D A atividade incentiva o desperdício de água.

PRÉ-TESTE 10) Qual é a relação entre a taxa de fluxo de água e a vazão no contexto do pluviômetro caseiro?

19

- A A taxa de fluxo de água é igual à vazão multiplicada pela área do círculo.
- B A taxa de fluxo de água é igual à vazão dividida pela área do círculo.
- C A taxa de fluxo de água é igual à vazão somada à área do círculo.
- D A taxa de fluxo de água não está relacionada à vazão.

PÓS-TESTE 10) Qual é o objetivo principal da videoanálise com o software Tracker no experimento do pluviômetro caseiro?

20

- A Medir a temperatura da água coletada no pluviômetro.
- B Calcular a taxa de evaporação da água.
- C Analisar a altura da água ao longo do tempo.
- D Determinar a quantidade de chuva em diferentes regiões.

PRÉ-TESTE 11) Qual é a vantagem de utilizar o software Tracker na análise do experimento do pluviômetro caseiro em comparação com métodos tradicionais de medição?

21

- A Permite calcular a taxa de evaporação da água.
- B Facilita a determinação da quantidade de chuva em diferentes regiões.
- C Oferece uma análise mais precisa e detalhada da altura da água ao longo do tempo.
- D Agiliza o processo de construção do pluviômetro caseiro.

PÓS-TESTE 11) Qual conceito matemático pode ser explorado ao analisar os dados da altura da água ao longo do tempo no experimento do pluviômetro caseiro?

22

- A Estatística.
- B Geometria.
- C Cálculo diferencial.
- D Álgebra.

PRÉ-TESTE 12) Como a atividade do pluviômetro caseiro pode contribuir para a educação ambiental e a sustentabilidade?

23

- A Ao coletar água da chuva, reduz a necessidade de usar água potável para fins não essenciais.
- B Ao utilizar o software Tracker, incentiva o uso de tecnologias sustentáveis na análise de dados.
- C Ao explorar conceitos de geometria, promove a conscientização sobre formas e padrões na natureza.
- D Ao medir a taxa de evaporação, incentiva a conservação dos recursos hídricos.

PÓS-TESTE 12) Qual é a relação entre a área da parte superior do pluviômetro e o volume de água coletado?

24

- A Quanto maior a área da parte superior, menor o volume de água coletado.
- B Quanto maior a área da parte superior, maior o volume de água coletado.
- C A área da parte superior não tem relação com o volume de água coletado.
- D O volume de água coletado depende apenas da altura do pluviômetro.

PRÉ-TESTE 13) Qual é a importância de explorar conceitos de geometria na atividade do pluviômetro caseiro?

25

- A A geometria permite calcular a taxa de vazão de água com maior precisão.
- B A geometria ajuda a determinar a velocidade do fluxo de água na garrafa de Mariotte.
- C A geometria permite calcular a área da abertura superior do pluviômetro e, consequentemente, a quantidade de água capturada.
- D A geometria não está relacionada à atividade do pluviômetro caseiro.

PÓS-TESTE 13) Qual é a relação entre a taxa de vazão de água e a taxa de evaporação no pluviômetro caseiro?

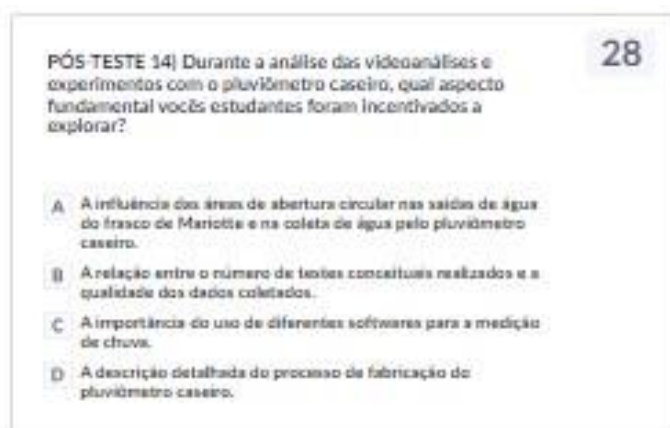
26

- A A taxa de vazão de água é igual à taxa de evaporação.
- B A taxa de vazão de água é maior que a taxa de evaporação.
- C A taxa de vazão de água é menor que a taxa de evaporação.
- D A relação entre a taxa de vazão de água e a taxa de evaporação não pode ser determinada apenas com as opções fornecidas.

PRÉ-TESTE 14) Como a atividade do pluviômetro caseiro pode contribuir para a educação ambiental?

27

- A Ao realizar a coleta e medição da água da chuva, promove a compreensão do ciclo da água e a importância da preservação dos recursos hídricos.
- B Ao utilizar o software Tracker, incentiva o uso de tecnologias sustentáveis na análise de dados.
- C Ao explorar conceitos de geometria, promove a conscientização sobre formas e padrões na natureza.
- D Ao medir a taxa de evaporação, incentiva a conservação dos recursos hídricos.



AVALIAÇÃO CONCEITUAL COM APLICAÇÃO DA IpC COM OS CARTÕES *PLICKERS* SOBRE A COMPREENSÃO DO QUE FOI DESENVOLVIDO DA EXPERIMENTAÇÃO COM PROTOTIPAÇÃO DE PLUVIÔMETRO COM ARDUINO E *IDE ARDUBLOCK*.

Nesta sétima aula está programada para ocorrer a quarta aula de aplicação da metodologia IpC, na qual serão apresentadas algumas questões selecionadas do banco de questões abaixo, referente as diversas oportunidades de automação de um pluviômetro caseiro com o Arduino Uno.

Antes de iniciar a aplicação dos testes conceituais, serão apresentadas alguns *prints* dos protótipos robóticos dos pluviômetros, da garrafa de *Mariotte*, além de momentos referentes a experimentação protagonizada por eles.

Espera-se tratar sobre temas importantes relacionados ao trabalho realizado. O educando será questionado sobre como o pluviômetro caseiro desempenha o papel de um instrumento para mensurar a quantidade de chuva. Também será uma oportunidade para que ele explique os conceitos referentes a vazão, volume e área relacionados à coleta de água da chuva. Além de responder aos questionamentos referentes a promoção e a conscientização sobre a importância da educação ambiental e da conservação dos recursos hídricos.

PRÉ-TESTE 1) Qual é o objetivo principal da automação do pluviômetro caseiro?

1

- A Coletar dados precisos e contínuos sobre a quantidade de chuva.
- B Reciclar materiais eletrônicos.
- C Promover a conservação dos recursos hídricos.
- D Utilizar energia renovável para alimentar o sistema automatizado.

PÓS-TESTE 1) Qual é a importância da automação do pluviômetro caseiro?

2

- A Facilitar a coleta de dados sobre a chuva
- B Reduzir o consumo de água
- C Promover a conscientização sobre a importância da medição da chuva
- D Melhorar a precisão das medições do pluviômetro

PRÉ-TESTE 2) Qual conceito matemático está relacionado à taxa de vazão da água no pluviômetro caseiro?

3

- A Área
- B Volume
- C Proporção
- D Mediana

PÓS-TESTE 2) Qual é o conceito matemático relacionado à determinação do volume de água coletado pelo pluviômetro?

4

- A Área do círculo
- B Teorema de Pitágoras
- C Regra de três simples
- D Fórmula do volume de um cilindro

PRÉ-TESTE 3) Qual é o componente utilizado para medir a quantidade de chuva no pluviômetro caseiro?

5

- A Sensor de temperatura
- B Pluviômetro de Bâscula Digital Arduino em Alumínio
- C Módulo relé
- D Display LCD 16x2 I2C

PÓS-TESTE 3) Qual é a unidade de medida comumente utilizada para a vazão da água?



- A Litros por segundo (l/s)
- B Gramas por segundo (g/s)
- C Metros cúbicos por segundo (m³/s)
- D Mililitros por segundo (ml/s)

PRÉ-TESTE 4) Qual é o conceito geométrico relacionado ao formato do pluviômetro caseiro?

7

- A Triângulo
- B Círculo
- C Retângulo
- D Paralelogramo

PÓS-TESTE 4) Qual é o conceito matemático relacionado à média das medições de chuva no pluviômetro caseiro?

8

- A Média aritmética
- B Mediana
- C Moda
- D Desvio padrão

PRÉ-TESTE 5) Como a atividade de automação do pluviômetro caseiro pode contribuir para a educação ambiental?

9

- A Promovendo a coleta seletiva da água da chuva.
- B Estimulando o uso consciente da água.
- C Ensinando sobre a importância da preservação dos recursos hídricos.
- D Incentivando a reciclagem de materiais eletrônicos.

PÓS-TESTE 5) Qual é o cálculo necessário para determinar o volume de água coletado pelo pluviômetro caseiro?

10

- A Multiplicar a área do círculo pela taxa de vazão.
- B Multiplicar a área do círculo pela altura da água coletada.
- C Dividir a área do círculo pelo tempo de coleta.
- D Dividir a área do círculo pela taxa de vazão.

PRÉ-TESTE 6) Como a automação do pluviômetro caseiro pode contribuir para a sustentabilidade?

11

- A Reduzindo o consumo de água ao fornecer informações precisas sobre a quantidade de chuva coletada.
- B Promovendo a reciclagem de materiais eletrônicos ao utilizar componentes reutilizados no pluviômetro automatizado.
- C Conscientizando sobre a importância da preservação da água ao facilitar a coleta e análise de dados sobre a chuva.
- D Utilizando energia renovável para alimentar o sistema de automação do pluviômetro.

PÓS-TESTE 6) Como a atividade de automação do pluviômetro caseiro pode contribuir para a educação ambiental?

12

- A Promovendo a coleta seletiva da água da chuva.
- B Estimulando o uso consciente da água.
- C Ensinando sobre a importância da preservação dos recursos hídricos.
- D Incentivando a reciclagem de materiais eletrônicos.

PRÉ-TESTE 7) Qual é a fórmula matemática para calcular a área de um círculo?

13

- A $A = \pi r$
- B $A = 2\pi r$
- C $A = \pi r^2$
- D $A = 2\pi r^2$

PÓS-TESTE 7) Qual é a principal função do Pluviômetro de Bâscula em uma estação meteorológica?

14

- A Medir a temperatura do ambiente.
- B Monitorar a quantidade de precipitação de chuvas.
- C Avaliar a velocidade do vento.
- D Medir a umidade relativa do ar.

PRÉ-TESTE 8) Como o Pluviômetro de Bâscula registra a quantidade de chuva?

15

- A Através de um termômetro integrado.
- B Por meio de um sensor de umidade.
- C Utilizando uma balsa que emite pulsos a cada 0,25mm de precipitação.
- D Medindo a pressão atmosférica.

PÓS-TESTE 8) Qual é o material utilizado no funil do Pluviômetro de Bâscula?

16

- A Plástico.
- B Alumínio.
- C Vidro.
- D Aço inoxidável.

PRÉ-TESTE 9) Como o Arduino interpreta os pulsos emitidos pela balsa do Pluviômetro de Bâscula?



- A Através de um sensor de temperatura.
- B Por meio de um sensor de umidade.
- C Diretamente na porta analógica.
- D Diretamente na porta digital.

PÓS-TESTE 9) Qual é a função dos furos no fundo do reservatório do Pluviômetro de Bâscula?

18

- A Evitar a entrada de insetos.
- B Facilitar a limpeza do equipamento.
- C Garantir a correta aferição da precipitação.
- D Permitir o escoamento do líquido para evitar acumulação.

PRÉ-TESTE 10) Qual é a utilidade da frasco de Mariotte no contexto do laboratório de prototipação do Pluviômetro de Bâscula?



- A Medir a pressão atmosférica.
- B Simular condições de irrigação artificial.
- C Representar um reservatório de água.
- D Servir como simulador de chuvas.

PÓS-TESTE 10) Como é possível visualizar os valores medidos pelo Pluviômetro Arduino?

20

- A Através de um display LCD/na tela do computador.
- B Por meio de um termômetro digital.
- C Utilizando um barômetro.
- D Através de um sensor de umidade.

Quinta aula:

(PRÉ-TESTE 1) Após realizar a videoaula dos experimentos com pluviômetros de garrafa pet, um aluno concluiu que, para uma mesma intensidade de chuva, a quantidade de água coletada por um pluviômetro cilíndrico é maior quanto maior for o seu diâmetro. Essa conclusão é:

1

- A Correta, pois a área de coleta de um pluviômetro é diretamente proporcional ao seu diâmetro.
- B Incorreta, pois a área de coleta de um pluviômetro é inversamente proporcional ao seu diâmetro.
- C Correta, pois a altura do pluviômetro também influencia na quantidade de água coletada.
- D Incorreta, pois a forma do pluviômetro não influencia na quantidade de água coletada.

(PÓS-TESTE 1) Um meteorologista está realizando um estudo sobre a relação entre a intensidade da chuva e a quantidade de água coletada por um pluviômetro. Ele utiliza pluviômetros cilíndricos de diferentes diâmetros. Qual é a variável independente nesse estudo?

2

- A A altura do pluviômetro.
- B O diâmetro do pluviômetro.
- C A intensidade da chuva.
- D A quantidade de água coletada.

(PRÉ-TESTE 2) Um aluno está realizando um experimento para comparar a eficiência de dois tipos de pluviômetros: um cilíndrico e outro quadrado. O aluno coleta dados sobre a quantidade de água coletada pelos dois pluviômetros em diferentes condições de chuva. Qual é o tipo de gráfico mais adequado para representar a quantidade de água coletada por cada tipo de pluviômetro ao longo do tempo?

3

- A Gráfico de barras.
- B Gráfico de linhas.
- C Gráfico de dispersão.
- D Gráfico de torta.

(PÓS-TESTE 2) Um aluno está realizando um experimento para investigar a influência da temperatura da água coletada da chuva na quantidade de água coletada pelo pluviômetro em diferentes temperaturas da água coletada da chuva. Qual é a hipótese mais provável para esse experimento?

4

- A A quantidade de água coletada aumenta com o aumento da temperatura da água.
- B A quantidade de água coletada diminui com o aumento da temperatura da água.
- C A quantidade de água coletada não é influenciada pela temperatura da água.
- D A quantidade de água coletada é influenciada pela temperatura da água coletada da chuva, mas a relação entre as duas variáveis é complexa e não pode ser prevista com base nas informações fornecidas.

(PRÉ-TESTE 3) Um aluno está realizando um experimento para investigar a influência da altura do pluviômetro na quantidade de água coletada. O aluno coleta dados sobre a quantidade de água coletada pelo pluviômetro em diferentes alturas. Qual é a variável dependente nesse estudo?

5

- A A altura do pluviômetro.
- B A intensidade da chuva.
- C A quantidade de água coletada.
- D O diâmetro do pluviômetro.

(PÓS-TESTE 3) Em experimentos com pluviômetros, se a área da superfície de coleta for duplicada, a quantidade de chuva coletada também será duplicada?

6

- A Sim, a quantidade de chuva coletada também será duplicada.
- B Não, a quantidade de chuva coletada não será duplicada.
- C A quantidade de chuva coletada será duplicada apenas se a intensidade da chuva também for duplicada.
- D A quantidade de chuva coletada será duplicada apenas se o tempo de coleta também for duplicado.

(PRÉ-TESTE 5) Qual é a importância de um protótipo robótico de um pluviômetro de balsa com arduino para a medição da intensidade da chuva?

7

- A Ele permite que a medição seja realizada de forma automática e remota.
- B Ele permite que a medição seja realizada com maior precisão.
- C Ele permite que a medição seja realizada em áreas de difícil acesso.
- D Ele permite que a medição seja realizada com menor custo.

(PÓS-TESTE 5) Dentro do contexto dos pluviômetros, um frasco de mariotte é utilizado para simular chuvas. Qual é a importância dessa simulação?

8

- A Ela permite que os meteorologistas prevejam melhor os equipamentos de medição.
- B Ela permite que os engenheiros civis projetem melhor as obras de infraestrutura.
- C Ela permite que os agricultores planejem melhor as suas atividades.
- D Ela permite que os ambientalistas monitorem melhor a qualidade do ar.

(PRÉ-TESTE 6) A geometria plana envolve figuras como retângulos, quadrados e triângulos, dentro deste contexto. Qual dos seguintes conceitos está diretamente relacionado à geometria plana?

9

- A Vazão de líquidos
- B Números irracionais
- C Propriedades das figuras geométricas planas
- D Conceitos de vazão

(PÓS-TESTE 6) Qual é a unidade de medida adequada para expressar o comprimento de um lado de um triângulo?

10

- A Litros.
- B Mililitros.
- C Centímetros.
- D Números irracionais.

(PRÉ-TESTE 7) Em qual contexto se aplicam conceitos como distância percorrida e tempo gasto?

11

- A Noções de grandezas e medidas.
- B Unidades de medida.
- C Conceitos de velocidade.
- D Frações.

(PÓS-TESTE 8) Qual é a unidade de medida apropriada para expressar o volume de líquido que passa por um determinado ponto em um tempo específico?

12

- A Mililitros.
- B Metros.
- C Números irracionais.
- D Frações

(PÓS-TESTE 8) O que são números como pi e raiz quadrada?

13

- A Operações básicas.
- B Frações.
- C Números irracionais.
- D Unidades de medida.

(PRÉ-TESTE 9) Um retângulo é uma figura geométrica plana com quatro lados, sendo dois lados paralelos e congruentes, e os outros dois lados paralelos e congruentes. O retângulo é uma figura plana, portanto, não tem volume. Qual propriedade geométrica é relevante para um retângulo?

14

- A Conceitos de vazão.
- B Área.
- C Números irracionais.
- D Relações métricas.

(PÓS-TESTE 9) Qual dos seguintes operações matemáticas não é uma operação básica em matemática?

15

- A Adição.
- B Subtração.
- C Raiz quadrada.
- D Multiplicação.

(PRÉ-TESTE 10) Em qual categoria se enquadra a raiz quadrada em relação aos números?

16

- A Números irracionais.
- B Frações.
- C Operações básicas.
- D Unidades de medida.

(PÓS-TESTE 10) O que é necessário para calcular o volume de um cilindro?

17

- A Apenas o raio.
- B Apenas a altura.
- C O raio e a altura.
- D O raio, a altura e o comprimento da base.

(PRÉ-TESTE 11) Em que situação o conceito de frações pode ser utilizado para resolver um problema em um experimento com pluviômetros?

18

- A Para calcular a área da base do pluviômetro, sabendo o diâmetro e a altura do pluviômetro.
- B Para calcular a vazão de água coletada pelo pluviômetro, sabendo o tempo decorrido e a quantidade de água coletada.
- C Para calcular a quantidade de água coletada pelo pluviômetro, sabendo a área da base do pluviômetro e a altura da água coletada.
- D Para calcular a altura da água coletada pelo pluviômetro, sabendo a quantidade de água coletada e a área da base do pluviômetro.

(PÓS-TESTE 11) Qual é a unidade de medida mais adequada para expressar a distância percorrida por um robô?

19

- A Mililitros
- B Metros
- C Litros
- D Números irracionais

(PRÉ-TESTE 12) O que representa o frasco de Mariotte no contexto de simulação de chuvas em laboratório?

20

- A Uma operação básica.
- B Um simulador de chuvas.
- C Uma constante irracional.
- D Uma fração.

(PÓS-TESTE 12) O que representa a constante pi no contexto da geometria plana?

21

- A Uma operação básica.
- B Uma constante irracional.
- C Unidades de medida.
- D Relações métricas.

(PRÉ-TESTE 13) Qual é a unidade de medida adequada para expressar a área de um retângulo?

22

- A Mililitros.
- B Metros quadrados.
- C Litros.
- D Números irracionais.

(PÓS-TESTE 14) O que é necessário para calcular o volume de um sólido?

23

- A Relações métricas.
- B Área.
- C Noções de grandezas e medidas.
- D Operações básicas.

(PRÉ-TESTE 15) Em experimentos com pluviômetros, como as noções de números irracionais podem ser aplicadas?

24

- A Avaliação da vazão de líquidos.
- B Medição da distância percorrida pelo líquido.
- C Expressão da quantidade de chuva em relação ao volume total.
- D Cálculo da área da superfície de coleta

APÊNDICE B - QUADROS E VISUALIZAÇÕES DE DADOS.

Primeira aula em IpC - Introdução do conteúdo, apresentação da metodologia
(avaliação diagnóstica) - 23/08/2023.

Quadro de medidas e ganho – Turma 2009

Primeira Aula de IpC - Introdução do conteúdo, apresentação da metodologia. (Avaliação diagnóstica)																
Tabela de medidas e ganho. DATA: 23/08/2023.																
TURMA: 2009																
QUESTÃO	QUANTIDADE			PRÉ-TESTE				QUESTÃO	QUANTIDADE			PÓS-TESTE				GANHO
	TOTAL	PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%		PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%		Nº DE INTERVENÇÕES
1	38	20	18	16	0,80	4	0,20	1	20	18	19	0,95	1	0,05	0,75	1
2	38	20	18	19	0,95	1	0,05		0							
1	38	20	18	17	0,85	3	0,15		0							
2	38	20	18	19	0,95	1	0,05		0							
1	38	20	18	18	0,90	2	0,10		0							
2	38	20	18	4	0,20	16	0,80	2	20	18	13	0,65	7	0,35	0,56	1
1	38	20	18	8	0,40	12	0,60	1	20	18	17	0,85	3	0,15	0,75	1
1	38	20	18	16	0,80	4	0,20		0							
3	38	20	18	14	0,70	6	0,30		0							
1	38	20	18	3	0,15	17	0,85	1	20	18	4	0,20	16	0,80	0,06	1
2	38	20	18	11	0,55	9	0,45	2	19	19	4	0,21	15	0,79	-0,75	1
3	38	19	19	18	0,95	1	0,05		0							
1	38	20	18	14	0,70	6	0,30		0							
2	38	20	18	11	0,55	9	0,45	2	20	18	18	0,90	2	0,10	0,78	1
3	38	19	19	11	0,58	8	0,42	3	18	18	8	0,44	10	0,56	-0,32	1
1	38	20	18	2	0,10	18	0,90	1	20	18	15	0,75	5	0,25	0,72	1
2	38	20	18	14	0,70	6	0,30									
MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE															0,32	8

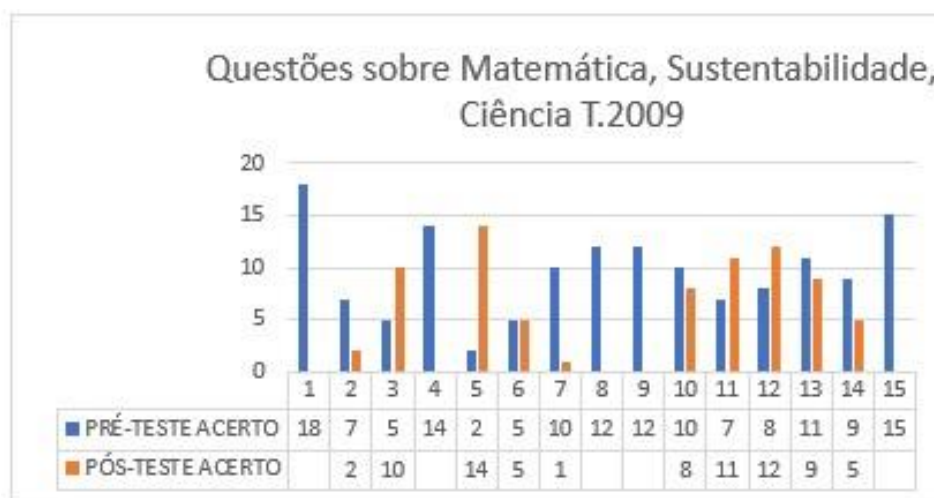
Gráfico associado ao quadro com medidas de acertos e erros em pré-testes e pós-testes – Turma 2009



Eixo horizontal na ordem de cima para baixo – Quantidade de questões; Quantidade de acertos em pré-teste e Quantidade de acertos em pós-teste.

Eixo vertical – Quantidade de educandos que acertaram em pré-teste e em pós-teste.

Gráfico associado ao quadro com medidas de acertos e erros em pré-testes e pós-testes – Turma 2009



Eixo horizontal na ordem de cima para baixo – Quantidade de questões; Quantidade de acertos em pré-teste e Quantidade de acertos em pós-teste.

Eixo vertical – Quantidade de educandos que acertaram em pré-teste e em pós-teste.

Terceira aula em IpC - educação matemática, educação ambiental, videoanálise.

Quadro de medidas e ganho – Turma 2009

Terceira aula de IpC - Educação Matemática, Educação Ambiental, Videoanálise.																
Tabela de medidas e ganho de hake. DATA: 08/11/2023.																
TURMA: 2009																
QUESTÃO	QUANTIDADE			PRÉ-TESTE				QUANTIDADE		PÓS-TESTE				GANHO DE HAKE	Nº DE INTERVENÇÕES	
	TOTAL	PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	PRESENTE	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%			
1	38	18	20	11	0,61	7	0,39	17	21	3	0,18	14	0,82	-1,12	1	
2	38	18	20	11	0,61	7	0,39	18	20	4	0,22	14	0,78	-1,00	1	
3	38	18	20	4	0,22	14	0,78	18	20	6	0,33	12	0,67	0,14	1	
4	38	18	20	5	0,28	13	0,72	17	21	3	0,18	14	0,82	-0,14	1	
5	38	18	20	12	0,67	6	0,33	18	20	3	0,17	15	0,83	-1,50	1	
6	38	18	20	12	0,67	6	0,33	18	20	14	0,78	4	0,22	0,33	1	
7	38	18	20	6	0,33	12	0,67	18	20	6	0,33	12	0,67	0,00	1	
8	38	18	20	2	0,11	16	0,89	18	20	10	0,56	8	0,44	0,50	1	
9	38	16	22	12	0,75	4	0,25	0								
10	38	18	20	5	0,28	13	0,72	18	20	13	0,72	5	0,28	0,62	1	
11	38	18	20	17	0,94	1	0,06	0								
12	38	18	20	7	0,39	11	0,61	18	20	11	0,61	7	0,39	0,36	1	
13	38	18	20	9	0,50	9	0,50	18	20	4	0,22	14	0,78	-0,56	1	
14	38	18	20	8	0,44	10	0,56	18	20	13	0,72	5	0,28	0,50	1	
MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE														-0,15	12	

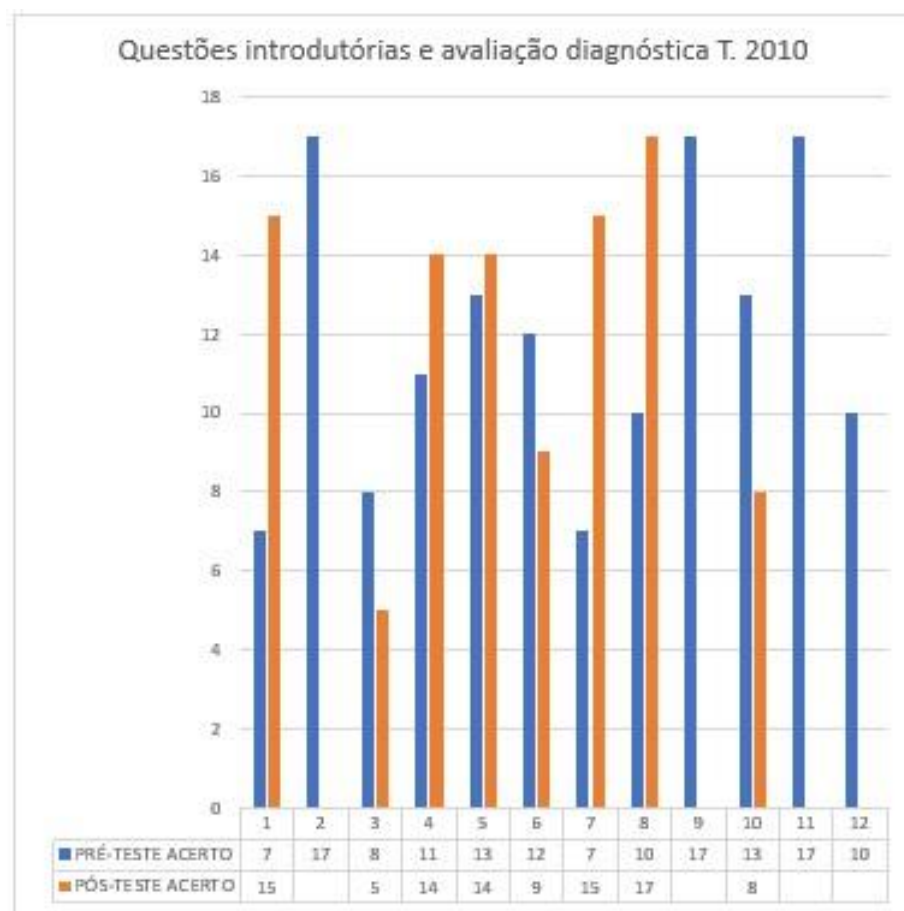
Gráfico associado ao quadro com medidas de acertos e erros em pré-testes e pós-testes – Turma 2009



Eixo horizontal na ordem de cima para baixo – Quantidade de questões; Quantidade de acertos em pré-teste e Quantidade de acertos em pós-teste.

Eixo vertical – Quantidade de educandos que acertaram em pré-teste e em pós-teste.

Gráfico associado ao quadro com medidas de acertos e erros em pré-testes e pós-testes – Turma 2010



Eixo horizontal na ordem de cima para baixo – Quantidade de questões; Quantidade de acertos em pré-teste e Quantidade de acertos em pós-teste.

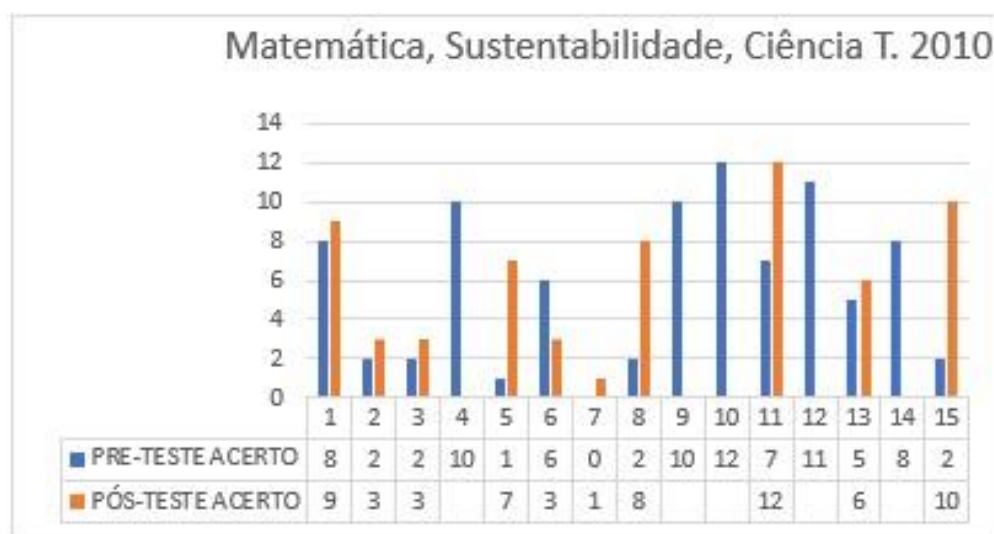
Eixo vertical – Quantidade de educandos que acertaram em pré-teste e em pós-teste.

Segunda aula em IpC - matemática, ciência.

Quadro de medidas e ganho – Turma 2010

Segunda Aula de IpC - Matemática, Sustentabilidade, Ciência.																
Tabela de medidas e ganho de hake. DATA: 20/09/2023.																
TURMA: 2010																
QUESTÃO	QUANTIDADE			PRÉ-TESTE				QUANTIDADE				PÓS-TESTE				GANHO DE HAKE
	TOTAL	PRESENTE	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	PRESENTE	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%			
1	40	9	31	8	0,89	1	0,11	9	31	9	1,00	0	0,00		1,00	1
3	40	9	31	2	0,22	7	0,78	10	30	3	0,30	7	0,70		0,10	1
5	40	8	32	2	0,25	6	0,75	10	30	3	0,30	7	0,70		0,07	1
7	40	10	30	10	1,00	0	0,00	0								
1	40	10	30	1	0,10	9	0,90	9	31	7	0,78	2	0,22		0,75	1
3	40	10	30	6	0,60	4	0,40	11	29	3	0,27	8	0,73		-0,82	1
5	40	12	28	0	0,00	12	1,00	2	26	1	0,50	1	0,50		0,50	1
1	40	14	26	2	0,14	12	0,86	14	26	8	0,57	6	0,43		0,50	1
3	40	14	26	10	0,71	4	0,29	0								
5	40	14	26	12	0,86	2	0,14	0								
1	40	12	28	7	0,58	5	0,42	13	27	12	0,92	1	0,08		0,82	1
3	40	13	27	11	0,85	2	0,15	0								
5	40	13	27	5	0,38	8	0,62	13	27	6	0,46	7	0,54		0,13	1
1	40	12	28	8	0,67	4	0,33	0								
3	40	13	27	2	0,15	11	0,85	13	27	10	0,77	3	0,23		0,73	1
MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE															0,38	10

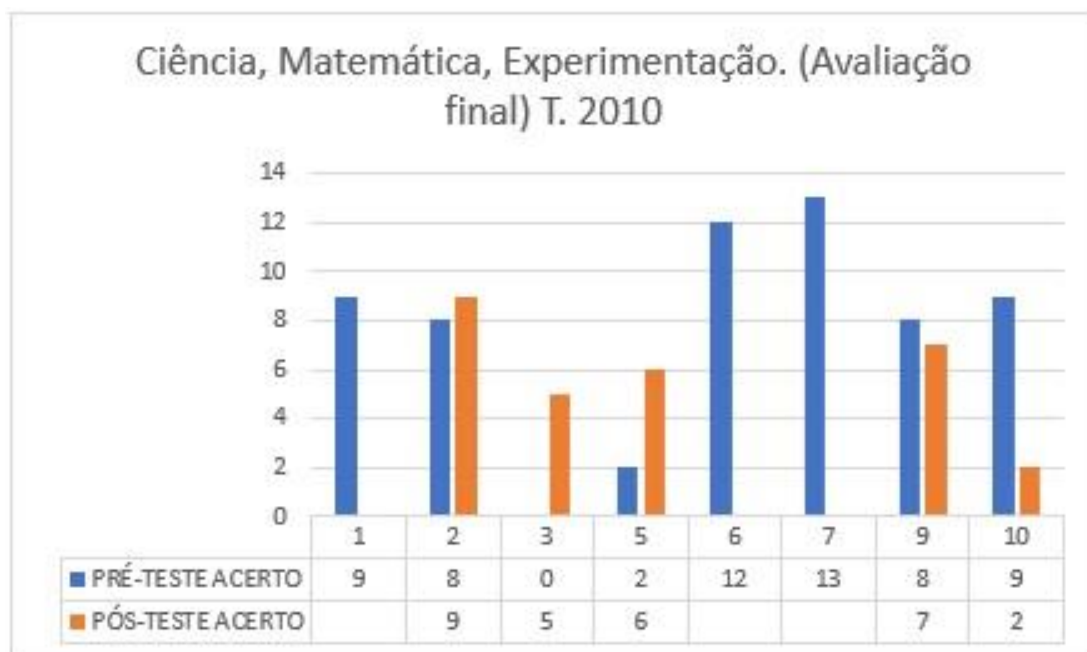
Gráfico associado ao quadro com medidas de acertos e erros em pré-testes e pós-testes – Turma 2010



Eixo horizontal na ordem de cima para baixo – Quantidade de questões; Quantidade de acertos em pré-teste e Quantidade de acertos em pós-teste.

Eixo vertical – Quantidade de educandos que acertaram em pré-teste e em pós-teste.

Gráfico associado ao quadro com medidas de acertos e erros em pré-testes e pós-testes – Turma 2010



Eixo horizontal na ordem de cima para baixo – Quantidade de questões; Quantidade de acertos em pré-teste e Quantidade de acertos em pós-teste.

Eixo vertical – Quantidade de educandos que acertaram em pré-teste e em pós-teste.

Faixa de valores de ganhos baseadas no quadro 01 para a turma 2010

2010

FAIXAS

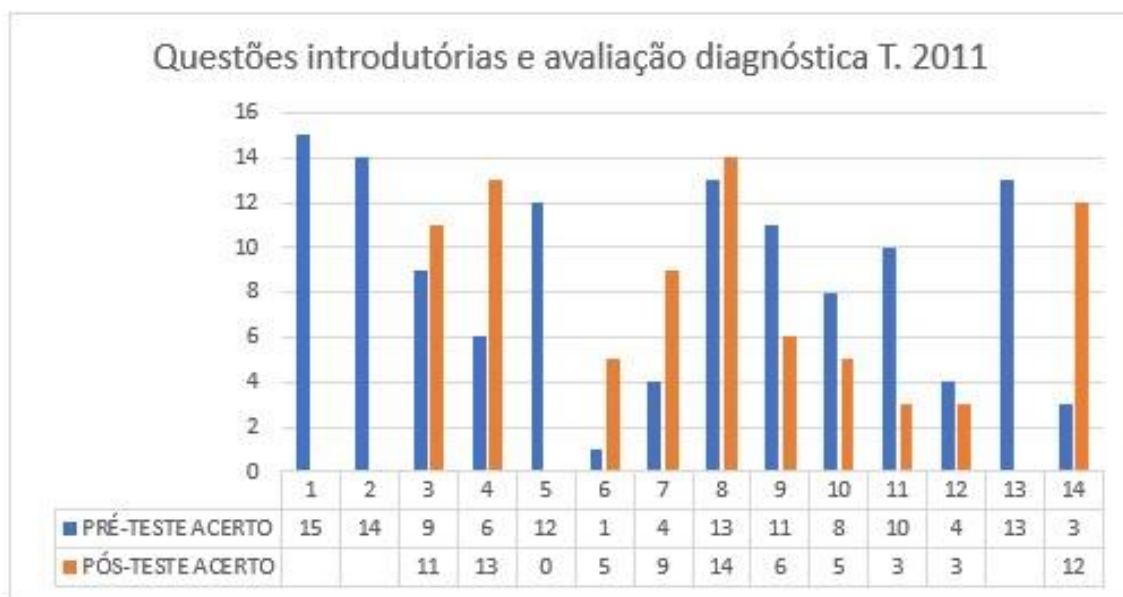
1	$g > 70$	26,47%
2	$30 < g < 70$	26,47%
3	$0 < g < 30$	26,47%
4	$g < 0$	20,59%
5	$g > 0,36$	55,88%

Primeira aula em IpC - Introdução do conteúdo, apresentação da metodologia
(avaliação diagnóstica) - 23/08/2023.

Quadro de medidas e ganho – Turma 2011

Primeira Aula de IpC - Introdução do conteúdo, apresentação da metodologia. (Avaliação diagnóstica)																
Tabela de medidas e ganho de hake. DATA: 23/08/2023.																
TURMA: 2011																
QUESTÃO	QUANTIDADE			PRÉ-TESTE				QUESTÃO	QUANTIDADE			PÓS-TESTE				
	TOTAL	PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%		PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	GANHO DE HAKE	Nº DE INTERVENÇÕES
1	38	18	20	15	0,83	3	0,17									
2	38	18	20	14	0,78	4	0,22									
1	38	18	20	9	0,50	9	0,50	1	18	20	11	0,61	7	0,39	0,22	1
2	38	17	21	6	0,35	11	0,65	2	18	20	13	0,72	5	0,28	0,57	1
1	38	18	20	12	0,67	6	0,33	1	18	20	0	0,00	18	1,00	-2,00	1
2	38	17	21	1	0,06	16	0,94	2	16	22	5	0,31	11	0,69	0,27	1
1	38	18	20	4	0,22	14	0,78	1	17	21	9	0,53	8	0,47	0,39	1
2	38	17	21	13	0,76	4	0,24	2	18	20	14	0,78	4	0,22	0,06	1
3	38	17	21	11	0,65	6	0,35	3	18	20	6	0,33	12	0,67	-0,89	1
1	38	17	21	8	0,47	9	0,53	1	17	21	5	0,29	12	0,71	-0,33	1
1	38	17	21	10	0,59	7	0,41	1	17	21	3	0,18	14	0,82	-1,00	1
1	38	17	21	4	0,24	13	0,76	1	17	21	3	0,18	14	0,82	-0,08	1
2	38	16	22	13	0,81	3	0,19									
3	38	17	21	3	0,18	14	0,82	3	17	21	12	0,71	5	0,29	0,64	1
MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE															-0,19	11

Gráfico associado ao quadro com medidas de acertos e erros em pré-testes e pós-testes – Turma 2011



Eixo horizontal na ordem de cima para baixo – Quantidade de questões; Quantidade de acertos em pré-teste e Quantidade de acertos em pós-teste.

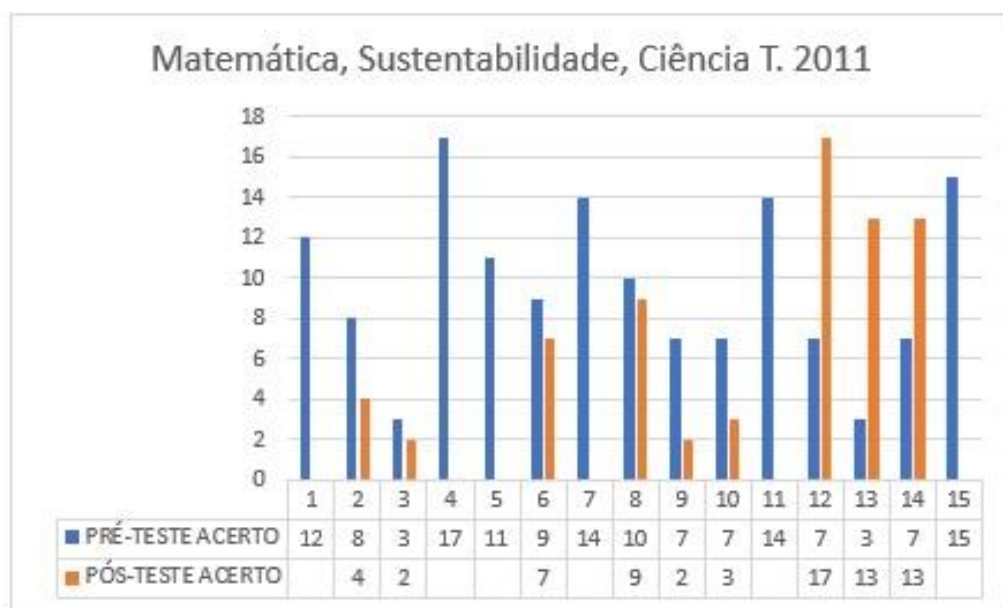
Eixo vertical – Quantidade de educandos que acertaram em pré-teste e em pós-teste.

Segunda aula em IpC - matemática, ciência.

Quadro de medidas e ganho – Turma 2011

Segunda Aula de IpC - Matemática, Sustentabilidade, Ciência.																		
Tabela de medidas e ganho de hake. DATA: 20/09/2023.																		
TURMA: 2011																		
QUESTÃO	QUANTIDADE				PRÉ-TESTE				QUANTIDADE				PÓS-TESTE				GANHO DE HAKE	Nº DE INTERVENÇÕES
	TOTAL	PRESENTE	AUSENTES		ACERTO	%	ERRO	%	PRESENTE	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%				
	1	38	14	24	12	0,86	2	0,14	0									
	3	38	17	21	8	0,47	9	0,53	17	21	4	0,24	13	0,76	-0,44	1		
	5	38	17	21	3	0,18	14	0,82	17	21	2	0,12	15	0,88	-0,07	1		
	7	38	17	21	17	1,00		0,00	0									
	1	38	16	22	11	0,69	5	0,31	0									
	3	38	17	21	9	0,53	8	0,47	17	21	7	0,41	10	0,59	-0,25	1		
	5	38	17	21	14	0,82	3	0,18	0									
	1	38	17	21	10	0,59	7	0,41	17	21	9	0,53	8	0,47	-0,14	1		
	3	37	16	21	7	0,44	9	0,56	17	21	2	0,12	15	0,88	-0,57	1		
	5	38	17	21	7	0,41	10	0,59	17	21	3	0,18	14	0,82	-0,40	1		
	1	38	17	21	14	0,82	3	0,18	0									
	3	38	16	22	7	0,44	9	0,56	17	21	17	1,00	0	0,00	1,00	1		
	1	38	17	21	3	0,18	14	0,82	17	21	13	0,76	4	0,24	0,71	1		
	3	38	17	21	7	0,41	10	0,59	17	21	13	0,76	4	0,24	0,60	1		
	5	38	16	22	15	0,94	1	0,06	0									
MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE															0,05			

Gráfico associado ao quadro com medidas de acertos e erros em pré-testes e pós-testes – Turma 2011



Eixo horizontal na ordem de cima para baixo – Quantidade de questões; Quantidade de acertos em pré-teste e Quantidade de acertos em pós-teste.

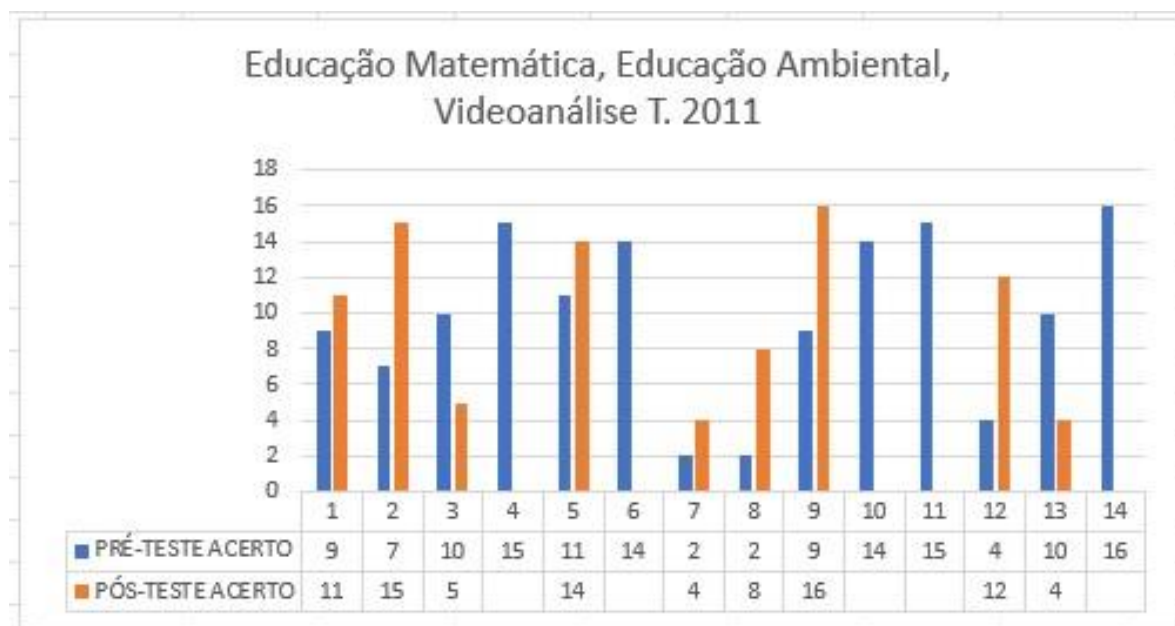
Eixo vertical – Quantidade de educandos que acertaram em pré-teste e em pós-teste.

Terceira aula em IpC - educação matemática, educação ambiental, videoanálise.

Quadro de medidas e ganho – Turma 2011

Terceira aula de IpC - Educação Matemática, Educação Ambiental, Videoanálise.																
Tabela de medidas e ganho de hake. DATA: 08/11/2023.																
TURMA: 2011																
QUESTÃO	QUANTIDADE			PRÉ-TESTE				QUANTIDADE		PÓS-TESTE				GANHO DE HAKE	Nº DE INTERVENÇÕES	
	TOTAL	PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	PRESENTE	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%			
1	38	18	20	9	0,50	9	0,50	17	21	11	0,65	6	0,35	0,29	1	
2	38	18	20	7	0,39	11	0,61	18	20	15	0,83	3	0,17	0,73	1	
3	38	18	20	10	0,56	8	0,44	18	20	5	0,28	13	0,72	-0,63	1	
4	38	18	20	15	0,83	3	0,17	0								
5	38	18	20	11	0,61	7	0,39	18	20	14	0,78	4	0,22	0,43	1	
6	38	18	20	14	0,78	4	0,22	0								
7	38	18	20	2	0,11	16	0,89	18	20	4	0,22	14	0,78	0,13	1	
8	38	18	20	2	0,11	16	0,89	18	20	8	0,44	10	0,56	0,38	1	
9	38	18	20	9	0,50	9	0,50	18	20	16	0,89	2	0,11	0,78	1	
10	38	18	20	14	0,78	4	0,22	0								
11	38	18	20	15	0,83	3	0,17	0								
12	38	18	20	4	0,22	14	0,78	18	20	12	0,67	6	0,33	0,57	1	
13	38	18	20	10	0,56	8	0,44	18	20	4	0,22	14	0,78	-0,75	1	
14	38	18	20	16	0,89	2	0,11	0								
MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE														0,38		

Gráfico associado ao quadro com medidas de acertos e erros em pré-testes e pós-testes – Turma 2011.



Eixo horizontal na ordem de cima para baixo – Quantidade de questões; Quantidade de acertos em pré-teste e Quantidade de acertos em pós-teste.

Eixo vertical – Quantidade de educandos que acertaram em pré-teste e em pós-teste.

Quarta aula em IpC - experimentação, videoanálise, matemática.

Quadro de medidas e ganho – Turma 2011

Quarta aula de IpC - Experimentação, Videoanálise, Matemática, Sustentabilidade.															
Tabela de medidas e ganho de hake. DATA: 29/11/2023.															
TURMA: 2011															
QUESTÃO	QUANTIDADE			PRÉ-TESTE				QUANTIDADE			PÓS-TESTE				Nº DE INTERVENÇÕES
	TOTAL	PRESENTE	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	PRESENTE	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	GANHO DE HAKE	
1	38	21	17	18	85,71%	3	14,29%	0							
2	38	21	17	11	52,38%	10	47,62%	21	17	21	100,00%		0,00%	1,00	1
3	38	21	17	16	76,19%	5	23,81%	0							
4	38	21	17	20	95,24%	1	4,76%	0							
5	39	22	17	3	13,64%	19	86,36%	21	17	21	100,00%			1,00	1
6	38	21	17	16	76,19%	5	23,81%	0							
7	38	21	17	11	52,38%	10	47,62%	21	17	20	95,24%	1	4,76%	0,90	1
8	38	21	17	21	100,00%	0	0,00%	0							
9	38	21	17	18	85,71%	3	14,29%	0							
10	38	21	17	21	100,00%		0,00%	0							
MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE														0,97	3

Gráfico associado ao quadro com medidas de acertos e erros em pré-testes e pós-testes – Turma 2011



Eixo horizontal na ordem de cima para baixo – Quantidade de questões; Quantidade de acertos em pré-teste e Quantidade de acertos em pós-teste.

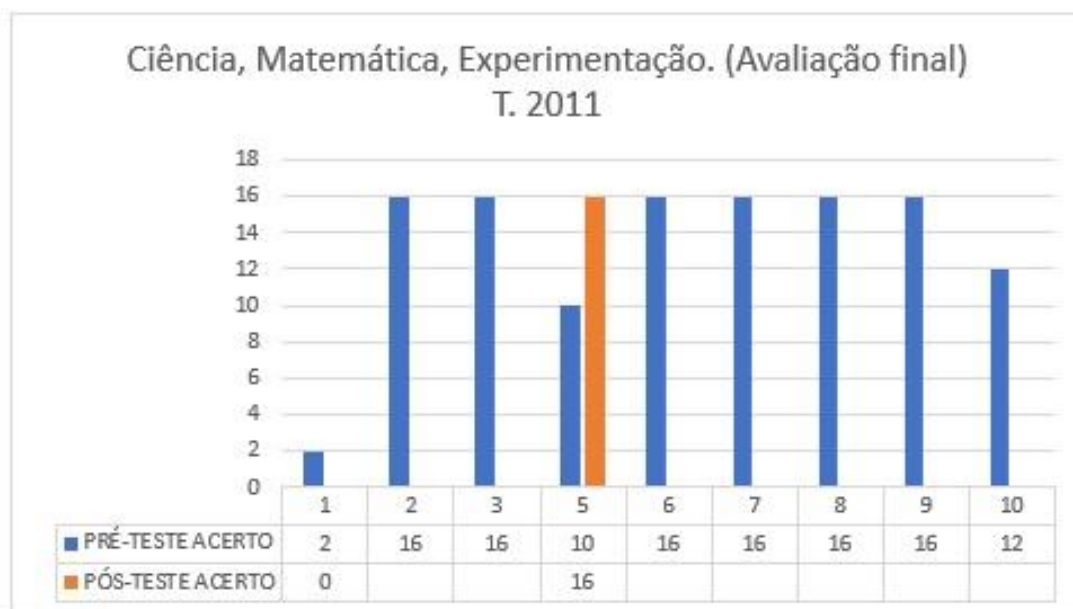
Eixo vertical – Quantidade de educandos que acertaram em pré-teste e em pós-teste.

Quinta aula em IpC - ciência, matemática, experimentação (avaliação final)

Quadro de medidas e ganho – Turma 2011

Quinta aula de IpC - Ciência, Matemática, Experimentação. (Avaliação final)																
Tabela de medidas e ganho de hake. DATA: 06/12/2023.																
TURMA: 2011																
QUESTÃO	QUANTIDADE			PRÉ-TESTE				QUANTIDADE				PÓS-TESTE				GANHO DE HAKE
	TOTAL	PRESENTE	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	PRESENTE	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%			
1	38	16	22	2	0,13	14	0,88	16	22	0	0,00	16	1,00		-0,14	1
2	38	16	22	16	1,00	0	0,00	0								
3	38	16	22	16	1,00		0,00	0								
5	38	16	22	10	0,63	6	0,38	16	22	16	1,00	0	0,00		1,00	1
6	38	16	22	16	1,00	0	0,00	0								
7	38	16	22	16	1,00		0,00	0								
8	38	16	22	16	1,00		0,00	0								
9	38	16	22	16	1,00		0,00	0								
10	38	16	22	12	0,75	4	0,25	0								
MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE															0,43	2

Gráfico associado ao quadro com medidas de acertos e erros em pré-testes e pós-testes – Turma 2011



Eixo horizontal na ordem de cima para baixo – Quantidade de questões; Quantidade de acertos em pré-teste e Quantidade de acertos em pós-teste.

Eixo vertical – Quantidade de educandos que acertaram em pré-teste e em pós-teste.

Quadro que representa uma análise comparativa que contrasta as questões pré-teste e pós-teste na turma 2009

	1 IpC
	2 IpC
	3 IpC
	4 IpC
	5 IpC

QUANTIDADE	2009			
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
	ACERTO	%	ACERTO	%
1	16	80,0%	19	95,0%
2	4	20,0%	13	65,0%
3	8	40,0%	17	85,0%
4	3	15,0%	4	20,0%
5	11	55,0%	4	21,1%
6	11	55,0%	18	90,0%
7	11	57,9%	8	44,4%
8	2	10,0%	15	75,0%
9	7	41,2%	2	11,1%
10	5	27,8%	10	55,6%
11	2	11,1%	14	77,8%
12	5	27,8%	5	27,8%
13	10	55,6%	1	5,6%
14	10	55,6%	8	42,1%
15	7	38,9%	11	61,1%
16	8	44,4%	12	63,2%
17	11	55,0%	9	47,4%
18	9	47,4%	5	26,3%
19	11	61,1%	3	17,6%
20	11	61,1%	4	22,2%
21	4	22,2%	6	33,3%
22	5	27,8%	3	17,6%
23	12	66,7%	3	16,7%
24	12	66,7%	14	77,8%
25	6	33,3%	6	33,3%
26	2	11,1%	10	55,6%
27	5	27,8%	13	72,2%
28	7	38,9%	11	61,1%
29	9	50,0%	4	22,2%
30	8	44,4%	13	72,2%
31	9	47,4%	18	94,7%
32	13	68,4%	17	89,5%
33	13	68,4%	15	78,9%
34	7	36,8%	10	52,6%
35	8	42,1%	18	94,7%
36	4	21,1%	17	89,5%
37	2	11,1%	17	94,4%
38	4	22,2%	8	44,4%
39	10	55,6%	11	61,1%

Quadro que representa uma análise comparativa que contrasta as questões pré-teste e pós-teste na turma 2010

	1 IpC
	2 IpC
	3 IpC
	4 IpC
	5 IpC

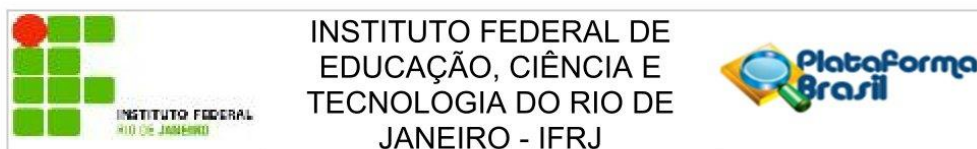
QUANTIDADE	2010			
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
	ACERTO	%	ACERTO	%
1	7	43,8%	15	83,33%
2	8	44,4%	5	27,78%
3	11	55,0%	14	70,00%
4	13	61,9%	14	66,67%
5	12	57,1%	9	45,00%
6	7	33,3%	15	68,18%
7	10	45,5%	17	77,27%
8	13	59,1%	8	33,33%
9	8	88,9%	9	100,00%
10	2	22,2%	3	30,00%
11	2	25,0%	3	30,00%
12	1	10,0%	7	77,78%
13	6	60,0%	3	27,27%
14	0	0,0%	1	50,00%
15	2	14,3%	8	57,14%
16	7	58,3%	12	92,31%
17	5	38,5%	6	46,15%
18	2	15,4%	10	76,92%
19	0	0,0%	1	8,33%
20	9	69,2%	14	100,00%
21	3	20,0%	10	66,67%
22	1	7,1%	13	86,67%
23	6	40,0%	7	46,67%
24	10	66,7%	13	86,67%
25	8	47,1%	4	23,53%
26	2	11,8%	14	77,78%
27	8	47,1%	15	83,33%
28	9	50,0%	17	94,44%
29	4	20,0%	16	80,00%
30	8	66,7%	9	75,00%
31	0	0,0%	5	38,46%
32	2	15,4%	6	46,15%
33	8	61,5%	7	53,85%
34	9	69,2%	2	15,38%

Quadro que representa uma análise comparativa que contrasta as questões pré-teste e pós-teste na turma 2011

	1 IpC
	2 IpC
	3 IpC
	4 IpC
	5 IpC

QUANTIDADE	2011			
	PRÉ-TESTE		PÓS-TESTE	
	ACERTO	%	ACERTO	%
1	9	50,0%	11	61,1%
2	6	35,3%	13	72,2%
3	12	66,7%	0	0,0%
4	1	5,9%	5	31,3%
5	4	22,2%	9	52,9%
6	13	76,5%	14	77,8%
7	11	64,7%	6	33,3%
8	8	47,1%	5	29,4%
9	10	58,8%	3	17,6%
10	4	23,5%	3	17,6%
11	3	17,6%	12	70,6%
12	8	47,1%	4	23,5%
13	3	17,6%	2	11,8%
14	9	52,9%	7	41,2%
15	10	58,8%	9	52,9%
16	7	43,8%	2	11,8%
17	7	41,2%	3	17,6%
18	7	43,8%	17	100,0%
19	3	17,6%	13	76,5%
20	7	41,2%	13	76,5%
21	9	50,0%	11	64,7%
22	7	38,9%	15	83,3%
23	10	55,6%	5	27,8%
24	11	61,1%	14	77,8%
25	2	11,1%	4	22,2%
26	2	11,1%	8	44,4%
27	9	50,0%	16	88,9%
28	4	22,2%	12	66,7%
29	10	55,6%	4	22,2%
30	11	52,4%	21	100,0%
31	3	13,6%	21	100,0%
32	11	52,4%	20	95,2%
33	2	12,5%	0	0,0%
34	10	62,5%	16	100,0%

APÊNDICE C – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: VIDEOANÁLISE DE EXPERIMENTOS COM PLUVIÔMETROS ASSOCIADA A METODOLOGIA DE INSTRUÇÃO POR COLEGAS: uma sequência didática para o ensino de geometria.

Pesquisador: ANDRE LUIS NUNES

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 71533123.6.0000.5268

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE

Patrocinador Principal: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.265.791

Apresentação do Projeto:

Nesta pesquisa, segundo o proponente "espera-se que o educando se familiarize com ideias e modelos novos. Investigar de que forma a metodologia ativa de instrução por colegas (IpC), como mediadora entre a associação de videoanálise de experimentos e a prototipação de pluviômetros (caseiro e robótico) será contributivo ao ensino-aprendizado de conceitos de geometria (plana e espacial), proporcionar o entendimento de como se comensura a quantidade de chuva; cálculo de área de círculos, determinação de volume de sólidos geométricos regulares (cilindro circular reto e paralelepípedo), estabelecer relações entre medidas." Assim, "Este trabalho sugere práticas com vistas a combinar os ensinamentos de física, matemática, robótica com as questões ambientais, de tal maneira a proporcionar aos educandos a oportunidade de desenvolver o conhecimento científico, assim como melhorar a percepção deles sobre os reais problemas que surgem com as mudanças climáticas sobretudo na localidade onde estão inseridos." Neste contexto, "O uso do software tracker é comparativamente simples quando nos referimos ao um contexto de uso e coleta de dados em experimentos de física. Permite, inclusive, a análise de dados a partir da visualização de gráficos das coordenadas cartesianas."

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário

Endereço: Rua Buenos Aires, 256, 6 andar sala 601

Bairro: Centro

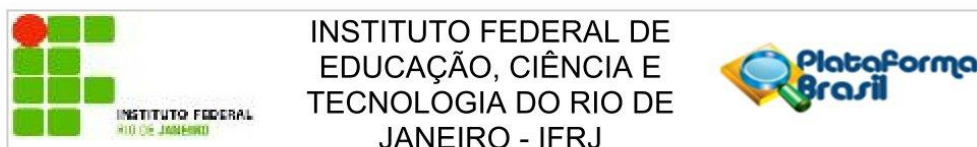
CEP: 20.061-002

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3233-8034

E-mail: cep@ifrrj.edu.br



Continuação do Parecer: 6.265.791

Conceber um produto educacional fruto de uma sequência didática em que os educandos participam ativamente da produção do conhecimento através da construção e uso de pluviômetros (caseiros e robótico), alternando as experimentações e videoanálise, com as aplicações de pré-testes e pós-testes conceituais, guiados pela metodologia ativa de instrução por colegas (IpC).

Objetivo Secundário:

Desenvolver o conceito de geometria plana e geometria espacial (área de círculos, volume de sólidos geométricos regulares (cilindro circular reto e paralelepípedo)), fortalecer o entendimento acerca de procedimento científicos de medição da quantidade de chuva, estabelecer relações entre medidas, familiarizar com temas envolvendo raio, circunferência e diâmetro, número irracional e vazão, por meio da videoanálise de experimentos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos RALE e RCLEs

"O uso do questionário é considerado (a) seguro (a), mas é possível ocorrer o risco de tomar o tempo do educando ao responder ao questionário/entrevista. Embora seja um risco baixo, caso isso aconteça você terá a possibilidade de pular questões e continuar respondendo o questionário, nas pesquisas online e presencial."

Risco do arquivo PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS

"Tomar o tempo dos educandos ao responder aos questionários."

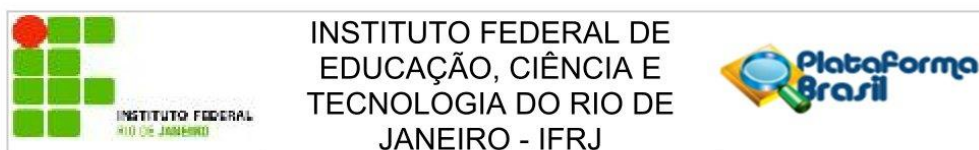
Benefícios:

Como benefício, espera-se com esta pesquisa poder contribuir para tornar o processo ensino-aprendizagem da geometria algo prazeroso e possível aos que gostam e aos que não gostam da matemática, além de dar a possibilidade de construir instrumentos alternativos de medição, trabalhando os conceitos de geometria, mudança de unidade e videoanálise. Esta é a oportunidade em que os educandos poderão aprender com atividades práticas com o software tracker, trata-se de uma oportunidade para o ensino e aprendizagem de física e matemática, assim como a melhora na integração entre os educandos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Em tempos de dificuldades na relação ensino-aprendizado, onde os alunos estão apresentando cada vez mais dificuldades nas áreas de leitura e matemática, este projeto busca um produto que possibilite uma maior aproximação com a área da matemática com recursos tecnológicos atrativo.

Endereço: Rua Buenos Aires, 256, 6 andar sala 601
Bairro: Centro **CEP:** 20.061-002
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3233-8034 **E-mail:** cep@ifrj.edu.br



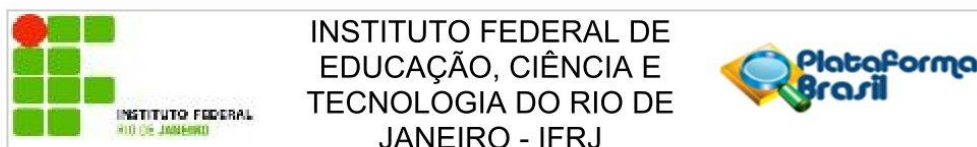
Continuação do Parecer: 6.265.791

responsabilidade do pesquisador. A não obediência aos prazos estipulados poderá implicar a NÃO APROVAÇÃO dos relatórios

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2084559.pdf	16/08/2023 10:54:35		Aceito
Outros	8CARTADECLARATORIA.pdf	16/08/2023 10:53:33	ANDRE LUIS NUNES	Aceito
Outros	11CARTADECLARATORIA_SIGNED_ALN.pdf	16/08/2023 10:52:35	ANDRE LUIS NUNES	Aceito
Outros	10CV_ANDRELUISNUNES_MATEMATICA2023_A_SIGNED_ALN.pdf	16/08/2023 10:51:50	ANDRE LUIS NUNES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	32RCLMenoresdeidadeRESPONSABLELEGALANDREIFRJv2.doc	16/08/2023 10:51:15	ANDRE LUIS NUNES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	22RCLMaioresdeidadeANDREIFRJv2.doc	16/08/2023 10:51:06	ANDRE LUIS NUNES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	42RALE6a17anosANDREIFRJv2.doc	16/08/2023 10:50:56	ANDRE LUIS NUNES	Aceito
Outros	9CARTARESPOSTA.doc	16/08/2023 10:50:28	ANDRE LUIS NUNES	Aceito
Cronograma	7cronograma22_v2.doc	16/08/2023 06:03:38	ANDRE LUIS NUNES	Aceito
Outros	61Questionario.docx	07/06/2023 14:58:10	ANDRE LUIS NUNES	Aceito
Outros	9curriculolattesandreluisnunes.docx	28/02/2023 15:48:00	ANDRE LUIS NUNES	Aceito
Orçamento	8outrosorcamentodeclaracaodecustos0.doc	28/02/2023 15:42:11	ANDRE LUIS NUNES	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	51termodeanuenciainstitucional1.JPG	28/02/2023 15:38:03	ANDRE LUIS NUNES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	1ANDRELUISNUNESPROJETODEPESQUISAIFRJCAP1234v11.docx	28/02/2023 15:33:46	ANDRE LUIS NUNES	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRostoFINALassinado.pdf	14/02/2023 18:11:23	ANDRE LUIS NUNES	Aceito

Endereço: Rua Buenos Aires, 256, 6 andar sala 601
Bairro: Centro **CEP:** 20.061-002
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3233-8034 **E-mail:** cep@ifrrj.edu.br



Continuação do Parecer: 6.265.791

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide conclusões

Recomendações:

Vide conclusões

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

RESPOSTA AS PENDENCIAS DO PARECER

1. Se houver registro de som/imagem, inserir documento próprio para tal. Caso contrário deixar claro que não ocorrerá o registro;

ATENDIDO

2. Ajustar o cronograma em todos os documentos. A data de início da pesquisa/coleta de dados não pode ser anterior a emissão do protocolo;

Espero que esta carta a encontre bem. Gostaria de expressar minha gratidão pela atenção dedicada à avaliação do protocolo de pesquisa submetido à apreciação do Conselho de Ética em Pesquisa. É com grande respeito e comprometimento ético que manifesto minha intenção de iniciar a pesquisa intitulada "VIDEOANÁLISE DE EXPERIMENTOS COM PLUVIÔMETROS ASSOCIADA A METODOLOGIA DE INSTRUÇÃO POR COLEGAS: uma sequência didática para o ensino de geometria."

após a emissão formal do protocolo de aprovação pelo CEP. A pesquisa tem como objetivo investigar de que forma a metodologia ativa de instrução por colegas (IpC), como mediadora entre a associação de videoanálise de experimentos e a prototipação de pluviômetros (caseiro e robótico) será contributivo ao ensino-aprendizado de conceitos de geometria (plana e espacial), proporcionar o entendimento de como se comensura a quantidade de chuva, cálculo de área de círculos, determinação de volume de sólidos geométricos regulares (cilindro circular reto e paralelepípedo), estabelecer relações entre medidas. Desenvolver nos educandos familiaridade com raio, circunferência e diâmetro, número irracional, vazão de líquidos e velocidade.

ATENDIDO

3. Inserir carta declaratória de que o início da pesquisa / coleta de dados será após a emissão do protocolo do CEP;

ATENDIDO

Endereço: Rua Buenos Aires, 256, 6 andar sala 601

Bairro: Centro

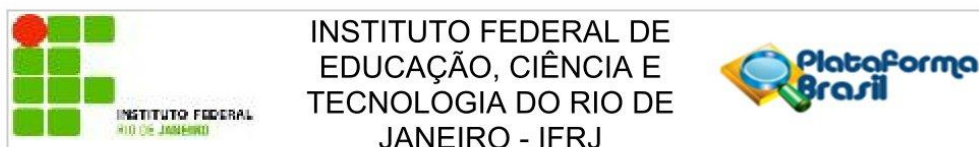
CEP: 20.061-002

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3233-8034

E-mail: cep@ifrj.edu.br



Continuação do Parecer: 6.265.791

4. Inserir CV dos outros pesquisadores envolvidos na pesquisa;

ATENDIDO

5. Ajustar os "riscos" da pesquisa;

Entendo a grande importância de obter a devida aprovação ética antes de iniciar qualquer etapa de coleta de dados ou procedimentos relacionados à pesquisa. Por isso, reitero o meu compromisso de aguardar a emissão formal do protocolo de aprovação do CEP antes de dar início a qualquer atividade de pesquisa.

Asseguro que todos os procedimentos serão conduzidos em conformidade com as diretrizes e normas estabelecidas pelo CEP, com o máximo respeito à privacidade, segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa. Além disso, estou ciente da necessidade de relatar qualquer alteração significativa no protocolo de pesquisa e de cooperar plenamente com o CEP durante todo o processo.

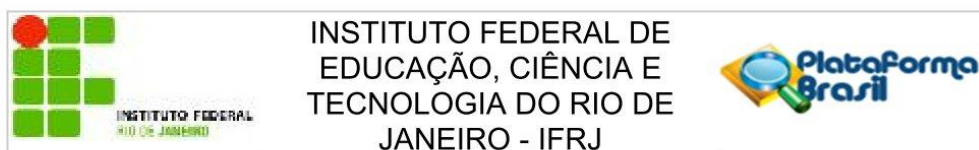
Agradeço antecipadamente pela atenção dedicada a este assunto e coloco-me à disposição para fornecer quaisquer informações adicionais que possam ser necessárias. Estou ansioso para receber a aprovação formal do CEP e dar início ao trabalho, respeitando todas as diretrizes e regulamentações.

APROVADO

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/IFRJ, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS n.º 510, de 2016, na Resolução CNS n.º 466, de 2012, e na Norma Operacional n.º 001, de 2013, do CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Ressalta-se que cabe ao pesquisador responsável encaminhar os relatórios parciais e final da pesquisa, por meio da Plataforma Brasil, via notificação do tipo "relatório" para que seja devidamente apreciadas no CEP, conforma Norma Operacional CNS n.º 001/13, item XI.2.d. A observância dos prazos de envio dos relatórios parciais ou finais é estritamente de

Endereço: Rua Buenos Aires, 256, 6 andar sala 601	CEP: 20.061-002
Bairro: Centro	
UF: RJ	Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3233-8034	E-mail: cep@ifrj.edu.br



Continuação do Parecer: 6.265.791

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 28 de Agosto de 2023

Assinado por:
Angela M Bittencourt
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Buenos Aires, 256, 6 andar sala 601
Bairro: Centro **CEP:** 20.061-002
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3233-8034 **E-mail:** cep@ifrj.edu.br

APÊNDICE D – REGISTRO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO RESPONSÁVEL.



Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP IFRJ

Registro de Consentimento Livre e Esclarecido Responsável

(De acordo com as Normas das Resoluções CNS no 510/16).

Seu/sua filho/a está sendo convidado para participar da pesquisa **VIDEOANÁLISE DE EXPERIMENTOS COM PLUVIÔMETROS ASSOCIADA A METODOLOGIA DE INSTRUÇÃO POR COLEGAS**: uma sequência didática para o ensino de geometria. Ele/ela foi selecionado (a) para **responder a questionários, participar de oficinas, participar de rodas de conversa** sendo que participação dele/dela não é obrigatória. A qualquer momento o Senhor (a) poderá cancelar a autorização dele/dela e retirar seu consentimento. Isso não afetará em nada a ele ou ela na participação em demais atividades e não causará nenhum prejuízo na relação com o pesquisador e nem com qualquer setor desta Instituição. O objetivo deste estudo é que queremos saber como a utilização da videoanálise de experimentos com pluviômetros caseiros ou construídos através da plataforma Arduino, juntamente com a metodologia ativa de Instrução pelos Colegas (IpC), pode auxiliar estudantes do ensino médio a aprender conceitos de Geometria.

O uso do questionário é considerado (a) seguro (a), mas é possível ocorrer o risco de tomar o tempo do educando ao responder ao questionário, **existe o risco relacionado à divulgação de imagem, quando houver filmagens ou registros fotográficos. Embora seja um risco baixo, caso aconteça o risco de tomar o seu tempo, você terá a possibilidade de pular questões e continuar respondendo o questionário, nas pesquisas online e presencial. Em relação ao risco de divulgação de imagem, o educando terá assegurado a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou econômico – financeiro. Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelo telefone 21 988313430 do pesquisador ANDRÉ LUIS NUNES. Mas há coisas boas que podem acontecer, pois essa pesquisa pode contribuir para tornar o processo ensino-aprendizagem da geometria algo prazeroso e possível aos que gostam e aos que não gostam da matemática, além de dar a possibilidade de construir instrumentos alternativos de medição, trabalhando os conceitos de geometria, mudança de unidade e videoanálise.**

As informações obtidas por meio desta pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre a sua participação. Os dados serão divulgados de forma a não possibilitar a sua identificação, em apresentações ou publicações com fins científicos ou educativos. O Senhor (a) tem direito de conhecer e acompanhar os resultados dessa pesquisa. Participar desta pesquisa não implicará em nenhum custo para seu filho (a), e, como voluntário, O Senhor (a) também não receberá qualquer valor em dinheiro como compensação pela participação dele/a. O Senhor (a) será ressarcido de qualquer custo que tiver relativo à pesquisa e será indenizado por danos eventuais decorrentes da participação de seu filho/a na pesquisa. O Senhor (a) receberá uma via assinada pelo pesquisador, que deverá ser guardada, com o e-mail de contato deste pesquisador que participará da pesquisa e Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal do Rio de Janeiro, Rua Buenos Aires, 256, 6º andar sala 601, Centro, Rio de Janeiro- telefone 3233-8034 de terça a sexta-feira, das 9 às 14 horas, ou por meio do e-mail: cep@ifrj.edu.br. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão que controla as questões éticas das pesquisas na instituição e tem como uma das principais funções proteger os participantes de qualquer problema. Esse documento possui duas vias, sendo uma sua e a outra do (a) pesquisador (a) responsável.

Assinatura do pesquisador responsável – André Luís Nunes

Instituição: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO.

Nome do(a) pesquisador(a): ANDRÉ LUIS NUNES

Tel: 21 988313430

E-mail: andreluisnunes23@gmail.com

Declaro que entendi os objetivos, os riscos e os benefícios da pesquisa, e que os direitos do meu filho/ minha filha serão preservados como participante da pesquisa e concordo em liberar a participação do/da mesmo/mesma.

Nome do Participante da pesquisa

Data / /

(Assinatura Responsável do/da participante)

APÊNDICE E – REGISTRO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP IFRJ

Registro de Assentimento Livre e Esclarecido (De acordo com as Normas das Resoluções CNS no 510/16).

Você está sendo convidado para participar da pesquisa de **VIDEOANÁLISE DE EXPERIMENTOS COM PLUVIÔMETROS ASSOCIADA A METODOLOGIA DE INSTRUÇÃO POR COLEGAS: uma sequência didática para o ensino de geometria**. Seus pais/responsável permitiram/permitiu que você participe. Queremos saber como a utilização da videoanálise de experimentos com pluviômetros caseiros ou construídos através da plataforma Arduino, juntamente com a metodologia ativa de Instrução pelos Colegas (IpC), pode auxiliar estudantes do ensino médio a aprender conceitos de Geometria. As pessoas que irão participar dessa pesquisa têm entre 6 a 17 anos de idade independente de etnia, credo e gênero. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. A pesquisa será feita no **Colégio Estadual Olavo Bilac**, no qual você irá **responder a questionários, participar de oficinas, participar de rodas de conversa**. O uso do questionário é considerado (a) seguro (a), mas é possível ocorrer o risco de tomar o tempo do educando ao responder ao questionário, **existe o risco relacionado à divulgação de imagem, quando houver filmagens ou registros fotográficos. Embora seja um risco baixo, caso aconteça o risco de tomar o seu tempo, você terá a possibilidade de pular questões e continuar respondendo o questionário, nas pesquisas online e presencial. Em relação ao risco de divulgação de imagem, o educando terá assegurado a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e ou econômico – financeiro.** Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelo telefone 21 988313430 do pesquisador ANDRÉ LUIZ NUNES. Mas há coisas boas que podem acontecer, pois essa pesquisa pode contribuir para tornar o processo ensino-aprendizagem da geometria algo prazeroso e possível aos que gostam e aos que não gostam da matemática, além de dar a possibilidade de construir instrumentos alternativos de medição, trabalhando os conceitos de geometria, mudança de unidade e videoanálise. Você não receberá algum dinheiro nem terá que pagar nada para participar da pesquisa. Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar os participantes da pesquisa. Se você tiver alguma dúvida, você pode perguntar ao ANDRÉ LUIZ NUNES. Eu escrevi os telefones na parte de abaixo a este texto. Eu _____ aceito participar desta pesquisa **VIDEOANÁLISE DE EXPERIMENTOS COM PLUVIÔMETROS ASSOCIADA A METODOLOGIA DE INSTRUÇÃO POR COLEGAS: uma sequência didática para o ensino de geometria**. Entendi que coisas ruins e coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir que ninguém vai ficar furioso. Este documento possui duas vias, sendo uma minha e a outra do pesquisador responsável. Nele consta o e-mail de contato dos pesquisadores que participarão da pesquisa e do Comitê de Ética em Pesquisa que a aprovou, para maiores esclarecimentos. Neste sentido, se você tiver alguma dúvida ou pergunta sobre questões que estão intimamente ligadas ao fazer o que é certo independente das circunstâncias, dos outros, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal do Rio de Janeiro, Rua Buenos Aires, 256, 6º andar sala 601, Centro, Rio de Janeiro- telefone 3233-8034 de terça a sexta-feira, das 9 às 14 horas, ou por meio do e-mail: cep@ifrj.edu.br. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão que controla as questões éticas das pesquisas na instituição e tem como uma das principais funções proteger os participantes de qualquer problema. Esse documento possui duas vias, sendo uma sua e a outra do(a) pesquisador(a) responsável.

Data ____/____/____

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador - André Luis Nunes

Instituição: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO.

Nome do pesquisador: ANDRÉ LUIZ NUNES

Tel: 21 988313430

E-mail: andrelnunes23@gmail.com

CEP IFRJ

R. Buenos Aires, 256 – 6º andar, sala 601, Centro, Rio de Janeiro - RJ, 20061-002

Tel: (21) 3233-8034

E-mail: cep@ifrj.edu.br

APÊNDICE F – REGISTRO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP IFRJ

Registro de Consentimento Livre e Esclarecido (De acordo com as Normas das Resoluções CNS no 510/16).

Você está sendo convidado para participar da pesquisa **VIDEOANÁLISE DE EXPERIMENTOS COM PLUVIÔMETROS ASSOCIADA A METODOLOGIA DE INSTRUÇÃO POR COLEGAS**: uma sequência didática para o ensino de geometria. Realizada no âmbito do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu do IFRJ Campus Nilópolis e que diz respeito a um produto ou processo educacional.

Esta pesquisa tem por objetivo de saber como a utilização da videoanálise de experimentos com pluviômetros caseiros ou construídos através da plataforma Arduino, juntamente com a metodologia ativa de Instrução pelos Colegas (IpC), pode auxiliar estudantes do ensino médio a aprender conceitos de Geometria e a sua participação consistirá em: **responder a questionários, participar de oficinas, participar de rodas de conversa.**

Por ocasião das atividades os registros poderão ser feitos por gravação em áudio, registro em fotografia, registro em vídeo e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador e nem com qualquer setor desta Instituição. O uso do questionário é considerado seguro, mas é possível ocorrer o risco de tomar o tempo do educando ao responder ao questionário, existe o risco relacionado à divulgação de imagem, quando houver filmagens ou registros fotográficos. Embora seja um risco **baixo**, caso aconteça o risco de tomar o seu tempo, você terá a possibilidade de pular questões e continuar respondendo o questionário, nas pesquisas online e presencial. Em relação ao risco de divulgação de imagem, o educando terá assegurado a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou econômico – financeiro. Como benefício, espera-se com esta pesquisa poder contribuir para tornar o processo ensino-aprendizagem da geometria algo prazeroso e possível aos que gostam e aos que não gostam da matemática, além de dar a possibilidade de construir instrumentos alternativos de medição, trabalhando os conceitos de geometria, mudança de unidade e videoanálise. As informações obtidas por meio desta pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre a sua participação. Os dados serão divulgados de forma a não possibilitar a sua identificação, mas poderão ser divulgados em apresentações ou publicações com fins científicos ou educativos. Você tem direito de conhecer e acompanhar os resultados dessa pesquisa. Participar desta pesquisa não implicará em nenhum custo para você, e, como voluntário, você também não receberá qualquer valor em dinheiro como compensação pela participação. Você será ressarcido de qualquer custo que tiver relativo à pesquisa e será indenizado por danos eventuais decorrentes da sua participação na pesquisa. Você receberá uma via assinada pelo pesquisador, que deverá ser guardada, com o e-mail de contato do pesquisador que participará da pesquisa e do Comitê de Ética em Pesquisa que a aprovou, para maiores esclarecimentos.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal do Rio de Janeiro, Rua Buenos Aires, 256, 6º andar sala 601, Centro, Rio de Janeiro- telefone 3233-8034 de terça a sexta-feira, das 9 às 14 horas, ou por meio do e-mail: cep@ifrrj.edu.br. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão que controla as questões éticas das pesquisas na instituição e tem como uma das principais funções proteger os participantes de qualquer problema. Esse documento possui duas vias, sendo uma sua e a outra do(a) pesquisador(a) responsável.

Assinatura d(a) pesquisador(a) responsável – André Luís Nunes

Instituição: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO.

Nome do pesquisador: ANDRÉ LUIS NUNES

Tel: 21 988313430

E-mail: andreluisnunes23@gmail.com

Declaro que entendi os objetivos, os riscos e os benefícios da pesquisa, e os meus direitos como participante da pesquisa e concordo em participar.

Nome do(a) Participante da pesquisa

Data / /

Assinatura do(a) Participante