INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO DE JANEIRO
Campus Nilópolis

Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Campus Nilópolis

Cláudia Brasil Coimbra Nascimento

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

Nilópolis – RJ
2019

Cláudia Brasil Coimbra Nascimento

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

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, modalidade profissional, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Lopes de Oliveira

Nilópolis – RJ
2019

CIP - Catalogação na Publicação

N244m Nascimento, Cláudia Brasil Coimbra
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 / Cláudia Brasil Coimbra Nascimento. -- Nilópolis, 2019.
112 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Alexandre Lopes de Oliveira.
Dissertação (mestrado) --Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (PROPEC), 2019.

1. videoanálise. 2. funções matemáticas. 3. delineamento quase-experimental. 4. metodologia ativa. 5. instrução pelos colegas. I. Título.

Elaborado pelo Módulo Ficha Catalográfica do Sistema Intranet do IFRJ - Campus Volta Redonda e Modificado pelo Campus Nilópolis/LAC, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Bibliotecária: Heloisa S. Lima CRB-7/6089

Cláudia Brasil Coimbra Nascimento

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

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, modalidade profissional, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Data da aprovação: 25 de OUTUBRO de 2019.

Prof. Dr. Alexandre Lopes de Oliveira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Marcus Vinícius da Silva Pereira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Augusto César de Castro Barbosa
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Marcus Vinícius Tovar Costa
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Nilópolis – RJ
2019

Dedico esta obra à minha família por todo amor, apoio, carinho e confiança no meu trabalho e, em especial, ao meu saudoso e querido pai, Antonio de Alvim Coimbra, que sempre olhou e vibrou por mim.

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido, Nilton, por toda estrutura, incentivo constante e amor incondicional para que eu pudesse me dedicar à realização deste trabalho.

Aos meus filhos, Giovane e Gabriela, e à minha mãe, Neide, pelo apoio, ternura e motivação durante toda essa jornada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Lopes de Oliveira, pela atenção, orientações e direcionamento constante ao longo de todo o processo.

Ao meu grande amigo, Prof. Dr. Vitor Luiz Bastos de Jesus, pelo apoio de sempre e orientações valiosas.

Aos meus colegas do curso de mestrado, pelo acolhimento, conversas e discussões que me proporcionaram grande amadurecimento nessa árdua caminhada. Em especial, à minha colega de curso e amiga, Profª Patrícia Pinho Mendes, por ter contribuído na construção deste trabalho me presenteando com um dos objetos utilizados pelo corpo discente participante em alguns experimentos (a bola de “choque elástico”).

Ao Diretor Geral da Escola Estadual de Ensino Fundamental Visconde de Mauá, Prof. Jorge Luiz São Paulo dos Santos, que autorizou e apoiou a realização da pesquisa junto ao corpo discente do nono ano da unidade escolar.

E aos meus queridos alunos, participantes da pesquisa, que demonstraram desde o início entusiasmo, interesse e aceitação da proposta, onde desenvolveram belas atividades ao longo da sequência didática.

A todos o meu eterno agradecimento, carinho e admiração.

“Todo o conhecimento humano começou com intuições,
passou daí aos conceitos e terminou com ideias.”

IMMANUEL KANT

NASCIMENTO, Cláudia Brasil Coimbra. 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. Dissertação de Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis. RJ, Nilópolis, 2019.

RESUMO

Por meio de uma proposta de ensino diferenciado, envolvendo a Matemática e a Física, com o intuito de promover maior interação, significado e participação do corpo discente, tratamos do ensino de funções em turmas de 9º ano do Ensino Fundamental, a partir do delineamento quase-experimental de série temporal, que investiga uma classe de estudos empírica, onde flexibiliza condições de estudos experimentais puros, como aleatoriedade de grupos de incidência e controle completo. A partir da videoanálise de pequenos experimentos realizados pelos alunos, com a utilização do *software* livre *Tracker*, foram tratadas questões acerca de funções afins e quadráticas, derivadas dessas experiências e observações, por meio de pré-testes e pós-testes conceituais ao longo de seis aulas duplas, intercalando a realização dos experimentos e a aplicação dos testes. A videoanálise desses experimentos, com conclusões alcançadas pelos alunos, entrou como fator introdutório e embasador do tema funções. Os pré e pós-testes foram mediados pela metodologia ativa de Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) e a troca de entendimentos e experiências entre os grupos participantes possibilitou a avaliação e medição do estudo quanto à sua eficácia. O tratamento foi aplicado em três turmas de uma escola da rede FAETEC do estado do Rio de Janeiro, totalizando a participação de 76 alunos. A experiência embasou a investigação para responder ao questionamento: 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? O interesse na participação das atividades pelos alunos e a construção dos conceitos a partir de suas conclusões, sugeriram o quanto pode ser positiva a abordagem diferenciada por experimentação associada ao uso de tecnologia e mediada pela metodologia ativa para o ensino das funções na matemática do Ensino Fundamental. Os materiais instrucionais didático pedagógicos desenvolvidos neste estudo, foram elaborados na forma de tutorial de utilização do *software* livre *Tracker*, com o passo a passo do tratamento de videoanálise, e de livro com a apresentação da sequência didática direcionado à professores de áreas afins, incluindo os fundamentos da proposta, a metodologia, roteiros e testes conceituais utilizados. Os resultados desta pesquisa, obtidos no desenvolvimento das atividades, estudados pela análise estatística do ganho de *Hake* sob o delineamento quase-experimental de série temporal, indicam a possibilidade de se utilizar a metodologia ativa proposta como potencial mediadora da relação de ensino e aprendizagem em contextos colaborativos. Foi também possível observar uma evolução do grupo na contextualização, debate de ideias, troca de experiências e entendimentos.

Palavras-chave: videoanálise, funções matemáticas, delineamento quase-experimental, metodologia ativa, instrução pelos colegas.

NASCIMENTO, Cláudia Brasil Coimbra. The Active Instruction by Colleagues Methodology associated with Video analysis of Experiments: an essay in the introduction of functions in classes of 9th grade of Elementary School. Professional Master's Program of the Stricto Sensu Postgraduate Program in Science Teaching, Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis. RJ, Nilópolis, 2019.

ABSTRACT

By the use of a differentiated teaching proposal involving Mathematics and Physics, in order to increase the interaction among students, give meaning and participation of them, we address the teaching of functions in classes of 9 th grade Elementary School under the time series quasi-experimental design which investigates an empirical class of studies, where it makes possible the conditions of pure experimental studies, such as randomness of groups of incidence and complete control. From the videoanalysis of small experiments carried out by the students, using the free software Tracker, questions were treated about linear and quadratic functions, extracted from these experiments and observations, by conceptual pre-test and post-test questionnaires through six double classes, intercalating the experiments and theapplication of the tests. The videoanalysis of that experiments, with conclusions obtained by the students, this was used as the introductory factor and basis of the mathematical functions theme. By the pre- and post-test mediated by the peers instruction active methodology and the exchange of understandings and experiences among the participating groups could be possible to evaluate and measure the study in terms of their effectiveness. The approach was applied in three classes of the systems of technical schools of Rio de Janeiro state, namely FAETEC, with the participation of 76 students. The research was based on the search to answer the question: How could the Peer Instruction Active Methodology, based on the videoanalysis of experiments, be able to contribute to the learning about functions for students of the 9 th year of elementary school? The interest in the participation of the activities by the students and the construction of the concepts from their conclusions suggested how positive the differentiated approach by experimentation associated to the use of technology and mediated by the active methodology for the teaching of the functions in the Mathematics of Elementary School. The instructional didactic material developed in this study were prepared in the form of a tutorial using the free software Tracker, with the step-by-step video analysis treatment, and a book with the presentation of the didactic sequence directed to teachers of related areas, including fundamentals of the proposal, the methodology, scripts and conceptual tests used. The results of this research, obtained through the statistical analysis of the Hake gain under the quasi-experimental design of a time series, indicate the possibility of using the proposed active methodology as a potential mediator of the teaching-learning relationship, in contexts collaborative. It was also possible to observe an evolution of the group in contextualization, debate of ideas, exchange of experiences and understandings.

Key words: *videoanalysis, mathematical functions, quasi-experimental design, active learning, peer instruction.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Fluxograma do processo de implementação do método *Peer Instruction*..... 30
Figura 2.2: Imagem oficial do aplicativo *plickers.com* 32
Figura 2.3: a) Imagem de cartões codificados fornecidos pelo aplicativo 33
b) Imagem de cartões coloridos alternativos 33
Figura 2.4: Imagem do dispositivo *Plickers* preparado para captura de resposta 33
Figura 2.5: Imagem da docente utilizando o scanner por meio do aplicativo 34
Figura 2.6: Instantâneo de tela do gráfico fornecido pelo aplicativo *plickers.com* 34
Figura 2.7: Interface gráfica do programa *Tracker*. Versão em português 37
Figura 2.8: Imagem de prancha para auxílio de videoanálise 39
Figura 3.1: Imagem da escola E.E.F.V.M. 42
Figura 3.2: Imagem de sala de aula da Equipe de Matemática da UE 43
Figura 3.3: Imagem de posicionamento do laptop, tripé e projetor para uso em sala de aula 44
Figura 3.4: Imagem de objetos utilizados (mouse e bola, bola de borracha, carrinho de fricção, carrinho com lançador, peças de dominó, aparelho para drenagem de líquido) 44
Figura 3.5: Imagem de objetos utilizados (raquetes e bola de ping pong, biboquê, carrinhos de ferro, bola de borracha com efeito "choque elástico"). 45
Figura 3.6: Imagem de preparo para o movimento da bola de mouse em MRU 47
Figura 3.7: Imagem de preparo para o movimento da bola de borracha em MRU..... 48
Figura 3.8: Imagem de preparo para o movimento do carrinho de fricção 48
Figura 3.9: Imagem de preparo para o movimento de carrinho com lançador 48
Figura 3.10: Imagem de preparo para o movimento de queda das peças de dominó 49
Figura 3.11: Imagem de preparo para o movimento de queda da água no tudo de drenagem 49
Figura 3.12: Imagem de videoanálise de movimento de carrinho realizada por aluno voluntário 50
Figura 3.13: Imagem de videoanálise de movimento de rolagem da bola de borracha realizada por aluna voluntária. 50
Figura 3.14: a) Definição de Funções afins 51

b) Gráficos de Funções afins 51
c) Orientações sobre Funções afins 51
d) Coeficientes de Funções afins..... 51
Figura 3.15: Imagem de movimento de bola de ping-pong, realizada por aluna voluntária 54
Figura 3.16: Imagem de lançamento de bola em biboquê, realizada por aluna voluntária. 54
Figura 3.17: Imagem de movimento de carrinho de ferro descendo rampa 54
Figura 3.18: Imagem de preparo para movimento de bola de mouse descendo rampa 55
Figura 3.19: Instantâneo de tela do *software* livre *Tracker*. Videoanálise de movimento de bola de borracha em queda livre (choque elástico), realizada por aluna voluntária 55
Figura 3.20: Instantâneo de tela do *software* livre *Tracker*. Videoanálise do movimento de carrinho descendo rampa realizada por aluno participante, sob orientação da docente 56
Figura 3.21: a) Definição de Funções quadráticas 57
b) Gráficos de Funções quadráticas 57
c) Orientações sobre Funções quadráticas..... 57
d) Posições Gráficas 57
Figura 3.22: Instantâneo de tela do *software* livre *Tracker*. Videoanálise de experimento prévio realizado pela autora 58
Figura 3.23: Instantâneo de tela do *software* livre *Tracker*. Videoanálise de experimento prévio realizado pela autora 59
Figura 3.24: Instantâneo de tela do *software* livre *Tracker*. Videoanálise de experimento de rolagem da bola de borracha 60
Figura 3.25: Instantâneo de tela do *software Excel*. Gráfico de experimento de rolagem de bola de borracha 60
Figura 3.26: Instantâneo de tela do *software* livre *Tracker*. Videoanálise de experimento de simulação jogo de ping pong 61
Figura 3.27: Instantâneo de tela do *software Excel*. Gráfico de experimento da simulação de jogo de ping pong 62
Figura 4.1: Turma 1 – Gráfico comparativo de questões com incidência de pós-testes 68
Figura 4.2: Turma 2 – Gráfico comparativo de questões com incidência de pós-testes 69

Figura 4.3: Turma 3 – Gráfico comparativo de questões com incidência de pós-testes 70
Figura 4.4: a) Votação pré-teste da questão Q7 da sexta aula dupla pela turma 1..... 72
b) Votação pré-teste da questão Q7 da sexta aula dupla pela turma 1 72
Figura 4.5: Imagem do depoimento de uma aluna da turma 1 73
Figura 4.6: Imagem do depoimento de um aluno da turma 2 73
Figura 4.7: Imagem do depoimento de um aluno da turma 3 73
Figura 4.8: Imagem do depoimento de uma aluna da turma 2 74
Figura 4.9: Imagem do depoimento de um aluno da turma 2 74
Figura 4.10: Imagem do depoimento de um aluno da turma 2 75
Figura 4.11: Imagem do depoimento de um aluno da turma 2 75
Figura 4.12: Imagem do depoimento de uma aluna da turma 3 75

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Cronograma da Sequência Didática 46
Quadro 4.1: Cálculos de Ganho de *Hake* 64
Quadro 4.2: Turma 1 – Análise de Quase-experimentos em série temporal-Introdução 67
Quadro 4.3: Turma 1 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Funções Afins 67
Quadro 4.4: Turma 1 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Funções Quadráticas..... 67
Quadro 4.5: Turma 1 – Análise de Quase-experimentos em série temporal - Conclusão 67
Quadro 4.6: Turma 2 – Análise de Quase-experimentos em série temporal-Introdução 68
Quadro 4.7: Turma 2 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Funções Afins 68
Quadro 4.8: Turma 2 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Funções Quadráticas..... 68
Quadro 4.9: Turma 2 – Análise de Quase-experimentos em série temporal - Conclusão 69
Quadro 4.10: Turma 3 – Análise de Quase-experimentos em série temporal-Introdução 70
Quadro 4.11: Turma 3 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Funções Afins 70
Quadro 4.12: Turma 3 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Funções Quadráticas..... 70
Quadro 4.13: Turma 3 – Análise de Quase-experimentos em série temporal-Conclusão 70

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC: Base Nacional Comum Curricular

EEEFVM: Escola Estadual de Ensino Fundamental Visconde de Mauá

EF: Ensino Fundamental

EM: Ensino Médio

FAETEC: Fundação de Apoio à Escola Técnica

IpC: Instrução pelos Colegas

MEC: Ministério de Educação e Cultura

PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais

QE: Quase-experimental

UE: Unidade Escolar

UERJ: Universidade do Estado do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 15
1. INTRODUÇÃO 17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 20
2.1 O ESTUDO DE FUNÇÕES 20
2.2. O DELINEAMENTO QUASE EXPERIMENTAL 23
2.3. A METODOLOGIA ATIVA DE INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS 28
2.3.1. **A videoanálise e a utilização do *software* livre *Tracker*** 36
3. METODOLOGIA 40
3.1 O CONTEXTO ESCOLAR E OS SUJEITOS DA PESQUISA 40
3.2. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZADA 45
3.3. EXPERIMENTOS E O USO DA VIDEOANÁLISE 47
3.4. A METODOLOGIA IpC E A APLICAÇÃO DOS TESTES CONCEITUAIS 58
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES 63
4.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA PELO GANHO DE *HAKE* 63
4.2. ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MÉTODO IpC SOB O DELINEAMENTO QE ... 65
4.3. AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DESENVOLVIDA..... 71
4.3.1. **Alguns depoimentos dos participantes** 73
5. OS PRODUTOS EDUCACIONAIS 76
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 78
REFERÊNCIAS 80
APÊNDICES 84

APRESENTAÇÃO

Desde a primeira infância, dentre tantas outras brincadeiras, eu já demonstrava interesse especial por aquelas que simulavam a “escolinha” em casa. Aos seis anos, já alfabetizada, ingressei como ouvinte na antiga primeira série, hoje segundo ano do ensino fundamental, na década de 1970 em uma escola pública do município do Rio de Janeiro. Na segunda série, eis que passo a ter aulas com a professora Aidêe, que me daria aulas até a antiga quarta série e que seria minha inspiração. Minha querida professora Aidêe tinha presença marcante, fala determinada e dedicou toda a sua vida ao magistério. Lembro-me, ainda, da sua bela letra iniciando as aulas com o cabeçalho, que eu copiava, com muito orgulho. Em casa, eu imitava a professora Aidêe em meio às brincadeiras que ocupavam minhas tardes. Essas doces lembranças tiveram presença marcante na minha vida e nas minhas escolhas. Aos treze anos já ingressava no antigo curso Normal (2º grau), também em escola pública.

Formada aos dezesseis anos de idade, comecei, logo no ano seguinte, a trabalhar em escolas particulares no município de Nilópolis com educação infantil. Foi um começo difícil, em meio à timidez do início e a inexperiência, mas com muita vontade em aprender. Então assumi, em 1990, minha primeira matrícula pública como professora de primeiro segmento do Ensino Fundamental, começando a ministrar aulas em escola da rede da Prefeitura do Município do Rio de Janeiro, no bairro de Realengo. No ano seguinte, ingressei no curso superior de Licenciatura Plena em Matemática na UERJ e passei a conciliar trabalho e estudo, com maior amadurecimento e nova visão de mundo, que as experiências adquiridas em meio às dificuldades de deslocamento e desgaste pelo cumprimento de tarefas da universidade e exercício da profissão me proporcionaram. No último ano do curso, com dedicação integral à universidade, por concessão de uma licença sem vencimentos na matrícula da Prefeitura, pude participar de dois projetos na UERJ, sendo um deles voltado para pesquisa de iniciação científica, intitulado “Modelagem Matemática”, e o outro voltado para ministrar aulas de preparo à funcionários da universidade interessados na realização de prova de nível do MEC, intitulado “InvestUERJ - CapCapacitando”.

Formada em 1995, segui com o curso de duas Pós-Graduações *Lato-Sensu*, sendo uma em Matemática, cursada na UniGranRio, e a outra em Aprendizagem Matemática, cursada na própria UERJ. Ao final da década de 1990, retornei à Prefeitura do Rio de Janeiro, por meio

de novos concursos para professor de segundo segmento, e ingressei também como professora da Fundação de Apoio à Escola Técnica (rede FAETEC), vinculada à Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Rio de Janeiro, onde permaneço até hoje. Também tive a oportunidade de atuar como docente em cursos de graduação na UERJ, ministrando aulas da disciplina de Geometria Analítica com Cálculo Vetorial, entre os anos de 2000 e 2001.

Eis-me aqui, professora da rede pública desde o início da década 90, orgulho de meus pais, que só possuíam o ensino fundamental, por conseguirem formar a filha professora de matemática, apesar de todas as dificuldades vivenciadas na sociedade. A oportunidade do curso de mestrado surgiu ao final do ano de 2017, após uma longa parada em virtude de construção de família e criação dos filhos, além da dedicação ao magistério em duas escolas.

Em função de ter dedicado a maior parte desse tempo de quase 20 anos de prática docente na disciplina de matemática aos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, principalmente na rede FAETEC, minha proposta no curso de Pós-Graduação *Strictu Sens*u voltou-se para eles. A ideia, desde a carta de intenção, era apresentar uma prática inovadora, partindo dos experimentos até a construção de conceitos envolvendo funções, de modo a promover a contextualização e visão diferenciada, permitindo conexões entre experimentos, conceitos e formas de pensamento matemático, levando o aluno à expressão do raciocínio, debate de possíveis falhas de interpretação e do porquê e para quê se estuda determinados conceitos, buscando sentido ao estudo em meio à aplicação e embasamento teórico.

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo envolve a construção do conceito de funções afins e quadráticas partindo de experimentos físicos simples a serem realizados em sala de aula pelo corpo discente participante. A proposta oferece a possibilidade de associação dos conceitos abordados à rotina do aluno, vinculando os experimentos às construções matemáticas de forma diferenciada. Considerando que "a matemática já possui um longo histórico de desinteresse, apesar de estar amplamente presente no dia a dia de todo ser humano, uma vez que é possível aplicá-la em diversos campos, desde simples operações básicas até as complexas construções civis" (ROTHER, WELTER e GRIEBELER 2016, p. 3), buscamos aproximar o estudo de funções afins e quadráticas, constante do currículo de 9º ano do Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM), à realidade do aluno, levando-o a concluir conceitos em meio a sua aplicabilidade, pois a disciplina de matemática é por muitas vezes considerada "dura" e retratada por um preconceito em virtude da dificuldade e negação por uma grande parte do corpo discente.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular,

> a Matemática não se restringe apenas à quantificação de fenômenos determinísticos e das técnicas de cálculo com os números e com as grandezas, pois também estuda a incerteza proveniente de fenômenos de caráter aleatório. A Matemática cria sistemas abstratos, que organizam e inter-relacionam fenômenos do espaço, do movimento, das formas e dos números, associados ou não a fenômenos do mundo físico. Esses sistemas contêm ideias e objetos que são fundamentais para a compreensão de fenômenos, a construção de representações significativas e argumentações consistentes nos mais variados contextos. Apesar de a Matemática ser, por excelência, uma ciência hipotético-dedutiva, porque suas demonstrações se apoiam sobre um sistema de axiomas e postulados, é de fundamental importância também considerar o papel heurístico das experimentações na aprendizagem da Matemática.
> (BRASIL, 2018, p. 269)

Dessa forma, a partir de pequenos experimentos e promovendo a videoanálise por meio de do *software* livre *Tracker*, o aluno é convidado ao estudo dos conceitos de funções mediado pelo uso da metodologia ativa *Peer Instruction*, que tratamos neste estudo na sua tradução Instrução pelos Colegas (IpC), com foco no problema inicial analisado nos experimentos, propondo maior interação e auxílio para entendimentos e discussões entre colegas. O trato da metodologia ativa visa contribuir nesse processo de ensino e aprendizagens por possibilitar uma abordagem de estudo mais leve, dinâmica e construtiva, além de proporcionar uma rápida resposta quanto à eficiência da aplicação. As metodologias ativas baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios oriundos das atividades essenciais da prática social, em

diferentes contextos. Aproveitam a problematização como estratégia de ensino e aprendizagem, com o objetivo de alcançar e motivar o aluno, pois diante do problema ele se detém, examina, reflete, relaciona a sua história e passa a ressignificar suas descobertas (BERBEL, 2011, p. 29). Nesse sentido, a intervenção visa resgatar no aluno o prazer da descoberta, a curiosidade e a atividade, fazendo-o interagir e construir o próprio conhecimento, por meio de situações inovadoras que despertem o seu interesse.

A presente pesquisa tem por objetivo geral investigar como a Metodologia Ativa IpC, associada à videoanálise de experimentos, pode contribuir para aprendizagem de alunos do 9º ano do EF acerca de funções.

Os objetivos específicos do estudo visam:

a) associar questões do cotidiano à abordagem da Matemática e da Física, por meio da experimentação;
b) construir o conceito de funções afins e quadráticas por meio de videoanálise de experimentos, sendo capaz de identificar a lei de formação das funções abordadas, analisar gráficos estabelecidos em função dos dados observados nos experimentos, associando elementos pertinentes aos conceitos;
c) construir os produtos educacionais oriundos da sequência didática composta por seis aulas duplas junto ao corpo discente participante, intercalando as experimentações e videoanálise com as aplicações de pré-testes e pós-testes conceituais mediados pela metodologia ativa IpC;
d) analisar estatisticamente os dados obtidos por meio do Ganho de *Hake* e dos quase-experimentos aplicados em série temporal.

Uma vez que o corpo discente participante pertence à Fundação de Apoio à Escola Técnica (FAETEC/RJ), onde ingressará no EM de nível técnico, acreditamos na real necessidade da experimentação e de uma abordagem diferenciada. A inserção da metodologia ativa IpC, sob à investigação quase-experimental (QE) para o ensino das funções, traz a oportunidade de dinamizar a abordagem e trazer respostas em tempo real, podendo facilitar a avaliação do docente quanto a eficácia da proposta.

A possibilidade de abordar o estudo de forma mais leve e construtiva pode fazer toda a diferença. As associações derivadas da experimentação podem enriquecer a aula, aguçar a curiosidade e o questionamento por parte dos alunos, podendo fornecer embasamento para outras construções, interlocução entre disciplinas e conteúdos variados. O interesse na participação do evento, a construção do conceito a partir da conclusão de ideias é o foco

principal desta pesquisa. O trato da metodologia ativa IpC pode ser muito pertinente nesse processo de ensino-aprendizagem, justificando a investigação na sua aplicação.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, incluindo o aprofundamento do debate no estudo de funções, do delineamento quase-experimental (QE) e da metodologia ativa de Instrução pelos Colegas (IpC), com a utilização do instrumento de videoanálise, por meio do *software* livre *Tracker*, como fator introdutório e embasador para a aplicação dos pré-testes e pós-testes.

O Capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada na realização da sequência didática, com as devidas especificações do contexto escolar, sujeitos da pesquisa, experimentações realizadas e videoanálises correlatas, além da aplicação da metodologia IpC e do seu desenvolvimento nas turmas envolvidas no processo.

O Capítulo 4 trata das análises estatísticas pela coleta de dados realizada na aplicação da metodologia IpC, por meio do Ganho de *Hake*, bem como a associação dos dados de aplicação da metodologia com o delineamento QE no foco de séries temporais, a partir de tabelas e gráficos associados. Também apresenta uma análise da aplicação da sequência didática e sua eficácia enquanto proposta mediadora da relação ensino-aprendizagem, além da citação de alguns depoimentos de alunos, demonstrando parte das suas impressões e interesses.

O Capítulo 5 apresenta, em linhas gerais, a construção do produto educacional por meio da sequência didática que embasa o processo, indicando suas etapas de construção.

O Capítulo 6 encerra com considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O ENSINO DE FUNÇÕES

Ao se abordar a relação de ensino e aprendizagem, preocupa-se em como o indivíduo constrói os conhecimentos. A atribuição dos significados aos conhecimentos pode ocorrer em função da forma de linguagem utilizada para seu ensinamento. Sendo assim, no processo de ensino de algum conhecimento, busca-se a criação de mecanismos para tornar as informações, pensamentos e conceitos de diversas naturezas em algo com significado ao corpo discente. Para o desenvolvimento das habilidades previstas para o ensino da matemática nos anos finais do EF,

> é imprescindível levar em conta as experiências e os conhecimentos matemáticos já vivenciados pelos alunos, criando situações nas quais possam fazer observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos da realidade, estabelecendo inter-relações entre eles e desenvolvendo ideias mais complexas. Essas situações precisam articular múltiplos aspectos dos diferentes conteúdos, visando ao desenvolvimento das ideias fundamentais da matemática, como equivalência, ordem, proporcionalidade, variação e interdependência (...) Também está intrinsecamente relacionada à apreensão de significados dos objetos matemáticos. Esses significados resultam das conexões que os alunos estabelecem entre os objetos e seu cotidiano, entre eles e os diferentes temas matemáticos e, por fim, entre eles e os demais componentes curriculares. Nessa fase, precisa ser destacada a importância da comunicação em linguagem matemática com o uso da linguagem simbólica, da representação e da argumentação. Além dos diferentes recursos didáticos e materiais, como malhas quadriculadas, ábacos, jogos, calculadoras, planilhas eletrônicas e *softwares* de geometria dinâmica, é importante incluir a história da Matemática como recurso que pode despertar interesse e representar um contexto significativo para aprender e ensinar Matemática. Entretanto, esses recursos e materiais precisam estar integrados a situações que propiciem a reflexão, contribuindo para a sistematização e a formalização dos conceitos matemáticos (BRASIL, 2018, p. 298).

A unidade temática Álgebra, de acordo com a BNCC, tem como finalidade o

> desenvolvimento de um tipo especial de pensamento – pensamento algébrico – que é essencial para utilizar modelos matemáticos na compreensão, representação e análise de relações quantitativas de grandezas e, também, de situações e estruturas matemáticas, fazendo uso de letras e outros símbolos. (...) Em síntese, essa unidade temática deve enfatizar o desenvolvimento de uma linguagem, o estabelecimento de generalizações, a análise da interdependência de grandezas e a resolução de problemas por meio de equações ou inequações (BRASIL, 2018, p.268).

A palavra função parece ter sido introduzida por Leibnitz, em 1694, inicialmente para associar qualquer quantidade a uma curva. Por volta de 1718, ainda segundo Eves (2004), Johann Bernoulli considerou função como uma expressão qualquer, formada de uma variável e algumas constantes. Em 1671, Isaac Newton escreveu a obra *Method of Fluxions*, publicada somente em 1736. De acordo com Eves (2004), Newton considerava que

> Uma curva era gerada pelo movimento contínuo de um ponto. Feita essa suposição, a abscissa e a ordenada de um ponto gerador passam a ser, em geral, quantidades variáveis. A quantidade variável ele dava o nome de fluente (quantidade que flui) e à sua taxa de variação o nome de fluxo do fluente. Se um fluente, como a ordenada de um ponto gerador, era indicada por y, então o fluxo desse fluente era denotado por y. Em notação moderna, esse fluxo equivale a dy/dt, onde t representa o tempo (EVES, 2004, p.439).

Mais tarde, Euler passou a considerar função como sendo uma equação ou fórmula envolvendo variáveis e constantes, se aproximando muito do conceito ensinado hoje nas escolas. O conceito de Euler permaneceu inalterado, até que Joseph Fourier considerou em suas pesquisas de propagação de calor às séries trigonométricas, que envolviam uma relação mais geral entre as variáveis do que as relações até o momento. Mais tarde, Lejeune Dirichilet chegou à formulação de que "uma variável é um símbolo que representa um qualquer dos elementos de um conjunto dos números; se duas variáveis *x* e *y* estão relacionadas de maneira que, sempre que se atribui um valor a *x*, corresponde automaticamente, por alguma lei ou regra, um valor a *y*, então que *y* é uma função de *x*" (EVES, 2004, p.661). No final do século XIX, a teoria dos conjuntos formulada por George Cantor propiciou, segundo Eves (2004), a ampliação do conceito de função, abrangendo a relação entre dois conjuntos de elementos quaisquer, em números ou qualquer outra contagem. Desse ponto de vista, uma função *f* é, por definição, um conjunto de pares ordenados de elementos, onde os elementos do primeiro conjunto ***A*** correspondem ao domínio e os elementos do segundo conjunto ***B*** à imagem da função. Ao longo dos anos, o conceito de função passou por um processo de construção, evolução e refinamento chegando até às notações e representações gráficas de hoje. Para a BNCC, o ensino das funções para o 9º ano do EF sugere a forma de como se construir esses conteúdos é que pode fazer toda a diferença, para atender ao objetivo de "compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis" (BRASIL, 2018, p. 317).

De acordo com Guidorizzi (2001, p.26),

> entende-se por função f uma terna (A, B, *a* -->*b*), onde A e B são dois conjuntos e $a \rightarrow b$ uma regra que permite associar cada elemento *a* de A um único *b* de B. O conjunto A é o domínio de *f* e indica-se por D_f. O conjunto B é o contradomínio de *f*. O único *b* de B associado ao elemento a de A é indicado por *f(a)* (leia-se:*f de a*); diremos que *f(a)* é o valor que *f* assume em *a* ou que f(a) é o valor que *f* associa a *a*. Uma função *f* de domínio A e contradomínio B é usualmente indicada ´por $f{:}A \rightarrow B$ (leia-se*: f de A em B*).

A importância do conceito de função não se restringe apenas à singularidade que desempenha internamente a essa área do conhecimento, mas também pela sua aplicação

intensiva e recorrente em muitos outros campos do conhecimento (LOPES, ANGOTTI e MORETTI, 2003, p.1).

De acordo com Ribeiro e Cury (2015, p. 103),

> o ensino e a aprendizagem de Álgebra, em especial dos conceitos de equação e função, formam o núcleo de boa formação para professores, haja vista a importância da álgebra para o estudo de tópicos variados de Matemática, para modelagem de situações da vida real, para a resolução de problemas de outras ciências e para o desenvolvimento do pensamento algébrico e funcional, que dá suporte à aprendizagem de muitos outros assuntos na Matemática e em outras áreas do saber.

Associar experimentos físicos à construção de conceitos matemáticos traz a possibilidade, além da quebra de barreiras, de se provocar no aluno a curiosidade e interesse em associações. Segundo as orientações presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), é importante "dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização, evitando a compartimentalização, fazendo uso da interdisciplinaridade incentivando o raciocínio e a capacidade de aprender" (BRASIL, 2000, p. 4).

Um tema teórico, se bem contextualizado, pode passar de árido a desafiador e instigante para o aluno, podendo se fascinante e encantador. O papel do educador, nesse sentido, é fundamental no processo curricular, na sua materialização em meio a discussões e reflexões, na intenção de construção significativa e prazerosa muito mais do que simples imposição de conteúdos. Para ensinar funções, considerando diferentes representações, além de usar os materiais convencionais presentes na sala de aula, o professor pode utilizar *softwares* como recurso. O *software* permite ao aluno ter uma visão dinâmica da representação gráfica da função, testar diferentes parâmetros e, assim, entender mudanças que ocorrem, para com isso perceber regularidades, fazer generalizações e sínteses (SCHREIBER, BATTISTI, 2017, p. 3). Dentre as competências específicas de matemática para o EF destacadas na BNCC, podemos citar a utilização de processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados e interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente no planejamento e desenvolvimento de pesquisas para responder a questionamentos e na busca de soluções para problemas, de modo a identificar aspectos consensuais ou não na discussão de uma determinada questão, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles (BRASIL, 2018, P.265).

Para a Educação Básica, segundo as políticas do Ministério de Educação, encontram-se as coleções de livros aprovados para os anos finais do EF, incluindo-se os conteúdos de

equações e funções distribuídas ao longo do 7º, 8º e 9º ano (BRASIL, 2010), sendo nesse último enfocadas as funções lineares e quadráticas e, para o EM, o ensino mais aprofundado desse conteúdo (BRASIL, 2011).

Nesta perspectiva, busca-se atender e facilitar o entendimento e a construção do conceito das Funções Afins e Quadráticas, por meio de aplicação de uma sequência didática a partir de estratégias de experimentação e problematização, vinculada à metodologia ativa IpC, se valendo da tecnologia de videoanálise de experimentos a serem realizados pelo corpo discente, com a utilização do *software* livre *Tracker* (BROWN, CABRILLO, 2009), para associação da escrita das funções associadas aos contextos a serem apresentados e vivenciados. No Ensino Fundamental, a área da Matemática "precisa garantir que os alunos relacionem observações empíricas do mundo real a representações (tabelas, figuras e esquemas) e associem essas representações a uma atividade matemática (conceitos e propriedades), fazendo induções e conjecturas" (BRASIL, 2018, P. 263).

2.2. O DELINEAMENTO QUASE-EXPERIMENTAL

Os estudos QE são assim chamados por não contemplarem todas as características de um experimento verdadeiro, pois um controle experimental completo nem sempre é possível. De acordo com Campbell e Stanley (1963),

> existem muitas configurações sociais naturais nas quais o pesquisador pode introduzir um design experimental em seu procedimento de coleta de dados, mesmo que ele não tenha controle total sobre os estímulos experimentais (o 'quando' ou 'a quem' da exposição, bem como a capacidade de randomizar exposições), o que torna possível um experimento verdadeiro. Coletivamente, essas situações podem ser consideradas delineamentos quase experimentais.
> (CAMPBELL e STANLEY, 1963, P.34, tradução nossa) [1]

Delineamentos QE caracterizam-se por não necessitarem de longos períodos de observação e coleta de dados. Constituem uma classe de estudos de natureza empírica onde faltam duas características usuais na experimentação: um controle completo e a aleatoriedade na seleção de grupos. A validade interna desse tipo de estudo baseia-se na escolha da amostra ou grupo de incidência não aleatório. Não têm por objetivo fazer generalizações e têm por

[1] Citação original:"*There are many natural social settings in which the research person can introduce something like experimental design into his scheduling of data collection procedures (e.g., the when and to whom of measurement),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. Collectively, such situations can be regarded as quasi-experimental designs*."(CAMPBELL & STANLEY, 1963, p.34)

base a testagem de hipótese para eliminação de variáveis a fim de levantar questões pertinentes que permitam estudos futuros mais profundos e que favoreçam uma futura argumentação teórica. Flexibilizam condições impostas por modelos de investigação experimental puros. A comparação entre as condições de tratamento e não-tratamento deve sempre ser feita com grupos não equivalentes ou com os mesmos sujeitos antes do tratamento.

As razões para a realização de um estudo QE decorrem da natureza da variável independente ou do perfil dos sujeitos. Campbell e Stanley (1966) explicam algumas das ameaças de validade que a atribuição aleatória exclui, mas isso deve ser sondado na abordagem QE para garantir que não sejam artificialmente responsáveis por resultados. Campbell (1979) argumenta que as ameaças devem ser descartadas por desenho experimental, medindo e, estatisticamente, avaliando sua influência na relação tratamento-resultado. A principal desvantagem é o potencial de generalização reduzido, com resultados menos conclusivos. Os resultados de estudos QE não têm a mesma validade daqueles obtidos em experimentos verdadeiros, pois a ausência de randomização dos sujeitos nos grupos experimento e controle não permite garantir equivalência entre os grupos no começo do estudo.

As pesquisas QE podem ser realizadas com a análise comparativa entre grupos de controle e grupos experimentais, com séries cronológicas ou temporais pela aplicação de diversos pré e pós-testes a um mesmo grupo, ou, ainda, por meio de análise de variáveis após o fato ocorrido ("*ex post facto*"). Delineamentos de séries temporais são extensões do pré-experimental de pré e pós-teste com um determinado grupo.

Cozby (2003) explica que delineamentos experimentais clássicos consistem em distribuir aleatoriamente pelas condições da variável independente e em medir uma variável dependente, mantendo as demais variáveis constantes, proporcionando-lhes alta validade interna. Os delineamentos QE surgiram quando da necessidade de realizar pesquisas aplicadas, em situações em que não é possível atingir o mesmo grau de controle que nos delineamentos experimentais propriamente ditos, onde tentam atingir um grau próximo à experimentos puros, para inferir que dado tratamento tenha o efeito pretendido (COZBY, 2003, p. 238).

Algumas releituras recentes de estudos QE vêm sendo apresentadas em trabalhos acadêmicos de diversas áreas. Um estudo apresentado por Molina e Prette (2006, p. 53) a partir de um delineamento QE de grupo (um grupo controle e dois experimentais), avaliou-se o repertório acadêmico e social de alunos entre sete e treze anos de idade, com dificuldades na

aprendizagem de leitura e escrita, antes e após determinada intervenção. O treinamento em habilidades sociais consistiu em atividades lúdico-pedagógicas com objetivos organizados em ordem crescente de complexidade. A intervenção acadêmica caracterizou-se pelo ensino de palavras de duas e três sílabas simples, leitura, nomeação e ditado. As habilidades sociais foram avaliadas pelo próprio participante e por seus professores e colegas. Os resultados apresentaram ganhos em leitura e escrita, ganhos no repertório social e acadêmico.

Para sala de aula inclusiva, Almeida (2013, p. iv) apresenta em sua dissertação de mestrado um estudo que teve por finalidade conhecer, descrever e analisar o impacto das estratégias de autorregulação na elaboração de narrativas/histórias numa turma inclusiva de 4º ano de escolaridade, sendo desenvolvido um estudo QE, com a realização de um pré-teste e de um pós-teste, onde a amostra era constituída por alunos com dificuldades de aprendizagem específicas pertencentes ao quarto ano de escolaridade do ensino básico do Conselho de Braga, Portugal, distribuídos por um grupo experimental e um grupo de controle. Os alunos do grupo experimental aprenderam duas estratégias de autorregulação com os dados recolhidos antes e depois da aprendizagem das estratégias para análise descritiva e inferencial dos resultados.

Ainda sobre inclusão escolar, Veltrone (2008, p. 2420) traz um estudo teórico desenvolvido na rede municipal de educação de Araraquara-SP, com dois grupos de alunos de escolas públicas comuns, sendo o primeiro grupo composto por 10 alunos egressos de espaços especializados (classe ou escola especial) para estudantes com deficiência mental e o outro grupo com 10 alunos que eram os respectivos colegas de classe dos alunos com deficiência. Por meio de uma busca na base de dados do Capes sobre pesquisas com a temática da inclusão escolar e que utilizassem o delineamento de pesquisa QE, teve como objetivo identificar, descrever e analisar a percepção dos alunos egressos de classe/escola especial para deficientes mentais a respeito da atual matrícula na classe comum, das interações sociais na escola, dos relacionamentos com a aprendizagem do conteúdo curricular, das expectativas futuras, comparando a experiência de escolarização em classe comum com outros espaços da Educação Especial por eles vivenciados. O objetivo principal foi definir a raiz de determinadas relações e variáveis que se estabelecem entre elas.

Zaccaron, D'Ely e Xhafaj (2018, p. 30) trazem um trabalho que pretende somar-se ao corpo de pesquisa em Linguística Aplicada, o ensino de Inglês como segunda língua no Brasil, com o objetivo de refletir sobre os processos de mudança pelos quais um projeto de pesquisa e um pesquisador iniciante passam ao conduzir estudo piloto. O enfoque dessa

análise volta-se para o método, com seus instrumentos e procedimentos, e os dados advindos de um estudo piloto de uma pesquisa de mestrado desenvolvida em um contexto escolar. Todos os processos, do planejamento à análise dos dados do piloto, contribuem para que a coleta de dados definitiva para a validade desse movimento em pesquisas experimentais ou QE no campo da linguística aplicada.

Em Biologia, Salles *et al.* (2011) apresenta em congresso um artigo que trata da abordagem QE permitindo estimar os efeitos isolados que incorreram da existência de um programa controlando os efeitos adicionais a fim avaliar os resultados e impactos do programa de pesquisa em biodiversidade do Estado de São Paulo (Brasil), o Biota/FAPESP, com o objetivo de avaliar o efeito Programa Biota nos projetos de biodiversidade da Fapesp. Sobre a infraestrutura de pesquisa o destaque é para a coleção zoológica em que os projetos Biota apontaram 46 pontos percentuais superior ao grupo controle, enquanto que nos demais itens de infraestrutura não há diferença significativa entre os dois grupos.

Na psicologia portuguesa, Alferes *et al.* (2009, p. 3) traz um artigo com o objetivo de apresentar os resultados de um estudo sobre os domínios de investigação, as orientações metodológicas e os autores nas revistas portuguesas de psicologia publicadas nas últimas quatro décadas do séc. XX. Fazendo-se uma distinção entre estudos teóricos e estudos empíricos. O artigo adota o conceito campbelliano em estudos empíricos não documentais classificados em experimentais, quase-experimentais e não experimentais.

Dutra e Reis (2016, p. 2231 e 2232) trazem a discussão por meio de um artigo informativo sobre desenhos de estudos experimentais e QE, voltando-se para definições e desafios na pesquisa em enfermagem, visando discutir sua aplicabilidade por meio de busca de informações sobre o tema em bases de dados eletrônicos e livros. Atestam que os desenhos experimentais e QE são descritos, apontando suas principais características, semelhanças e diferenças, estratégias utilizadas para obtenção de dados aplicáveis à prática clínica e ressaltam a necessidade de desenvolvimento de estudos experimentais e QE na área de Enfermagem, evidenciando a importância da construção e validação de um corpus de conhecimento próprio fundamentado em evidências sólidas. Além dos grupos intervenção e controle, são aleatoriamente distribuídos outros dois grupos, sendo um experimental e outro controle. A intervenção é aplicada nos dois grupos experimentais e o teste depois da intervenção aplicado aos quatro grupos. Ameaças à validade interna são diminuídas quando os efeitos do teste antes sobre o teste depois da intervenção são eliminados.

Pires (2009, p.73) utiliza o delineamento QE, em comparação de grupos experimentais (GE) e de controle (GC), onde o GE recebe tratamento experimental e o GC não recebe, para tratar o ensino de funções afins em turmas de 7º ano do Ensino Fundamental.

> Nosso experimento foi constituído de dois grupos, um que chamamos de experimental (GE) e outro de controle (GC). O GE passou por uma intervenção de ensino que visou a introdução das noções iniciais da função afim, já GC não passou por essa intervenção, teve apenas a função controle de nosso experimento, servindo de comparativo para o GE, visando evidenciar que a intervenção pela qual o GE passou resultou em alguma mudança nesse grupo (PIRES, R. S., 2009).

Diferente de alguns estudos já apresentados envolvendo delineamentos QE, não tratamos aqui de grupos experimentais e grupos de controle. Ao contrário disso, todos os alunos participantes receberam o mesmo tratamento de série temporal ou cronológica, por um período de seis aulas duplas, intercalando experimentos, videoanálise e testes conceituais. A evolução da aplicação foi tratada pela resposta dos alunos no decorrer do tratamento. Por meio da resolução de problemas, seguindo as diretrizes da modelagem matemática, os alunos puderam perceber as aplicações reais dos assuntos construídos e estudados, proporcionando aulas mais significativas e agradáveis.

De acordo com Cozby (2003),

> a importância é que os delineamentos quase-experimentais, apesar de serem utilizados para diversos objetivos, são especialmente utilizados na avaliação de programas, em que se propõe e implanta programas para atingir algum efeito positivo sobre um grupo de indivíduos. Os programas devem ser avaliados em termos de avaliação das necessidades, avaliação da teoria do programa, avaliação do processo, avaliação do resultado e avaliação da eficiência. (...)os estudos experimentais têm como objetivo encontrar a causalidade dos eventos por meio da investigação das relações que se estabelecem entre a variável independente e também dependente para controlar comportamentos. Já os estudos quase-experimentais também procuram estabelecer relações entre variáveis. No entanto, estes estudos são utilizados quando não é possível atingir o mesmo grau de controle do que os delineamentos experimentais propriamente ditos.

No delineamento QE, o grupo controle é comumente chamado grupo de comparação, visto que não atende aos requisitos de aleatorização e pode não ser completamente equivalente ao grupo experimento. O desenho de série de temporal envolve um único grupo. Nesse caso, o fenômeno de interesse é medido ao longo do tempo e em algum momento é inserida a intervenção. O uso de um período amplo para coleta de dados visa minimizar ameaças à validade dos dados e efeitos de história (tendência temporal).

As vantagens do desenho QE recaem principalmente sobre sua aplicabilidade, visto que um experimento verdadeiro exige um rigor muitas vezes impossível de ser seguido em determinadas situações no contexto da sala de aula, por ter a desvantagem do potencial de

generalização reduzido, com resultados menos conclusivos. Assim, a associação causal não pode ser feita de maneira tão segura como ocorre no experimento verdadeiro.

Shadish, Cook e Campbell (2002, p. 4) referem-se ao filósofo do século XVII, John Locke (1975, p. 324, 325),

> aquilo que produz qualquer ideia simples ou complexa, nós denotamos pelo nome geral causa, e aquilo que é produzido, efeito [...] uma causa é aquilo que faz qualquer outra coisa, seja idéia simples, substância ou modo, começa a ser; e um efeito é aquele que teve seu começo de alguma outra coisa

A análise estatística em estudos experimentais e QE pode ser realizada entre os participantes que foram submetidos à intervenção até o final do estudo ou entre todos os participantes, independente de terem ou não participado até o final (no caso de GE e GC), e a amostra selecionada deve ter tamanho suficiente para obter significância estatística em relação ao efeito da intervenção. Num experimento, a variável a ser manipulada é sempre a variável independente e, no presente estudo, a variável independente (causa) está nos movimentos dos pequenos objetos nas experimentações realizadas pelo corpo discente e o efeito construção do conceito de funções "depende" dessas experimentações e para medir os efeitos das variáveis investigadas, utilizando-se pré-testes conceituais e pós-testes, mediante a necessidade do grupo (intervenção), por meio da metodologia ativa IpC.

2.3. A METODOLOGIA ATIVA DE INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS

A metodologia ativa, na modalidade *Peer Instruction*, numa tradução livre, "instrução entre pares" ou "instrução pelos colegas" (IpC), foi proposta pelo Professor de Física da Universidade de Harvard Eric Mazur durante os anos 1990. Prima pelo entendimento e aplicabilidade dos conceitos, utilizando-se da discussão entre os alunos. Surgiu da necessidade, percebida por Mazur, de melhor compreensão dos conceitos básicos da Física, uma vez que não estavam sendo devidamente assimilados pelos estudantes. Ele defende que o entendimento e apreensão conceitual é o primeiro passo da aquisição do conhecimento de determinada área. Se os alunos têm domínio conceitual, é preciso desenvolver suas habilidades em aplicá-lo nas situações práticas – que é, na realidade, o esperado do profissional em sua atuação (PINTO *et al.*, 2012).

Pela metodologia desenvolvida, exige-se que os alunos leiam, pensem e reflitam antes da aula. Consiste em uma breve apresentação do tema, problematizando e fazendo a pergunta que irá nortear o debate entre os estudantes. Em seguida, provocada a discussão entre pares de alunos, esses utilizam um aparelho conhecido como *clicker*, após a discussão, para responder

individualmente à pergunta do professor. As respostas são transmitidas para o computador do professor e projetadas de modo que todos possam ver. O tema é retomado e problematizado, encorajando a discussão sobre as diferentes respostas, onde o professor circula pela sala de aula e conversa com os alunos, com o apoio de monitores. Ele novamente provoca a discussão entre os pares para que os alunos discutam as respostas do primeiro debate e as referências do professor. Novamente, solicita que os alunos utilizem os *clickers* e respondam à questão inicial. Após essa última resposta, discute-se com os alunos o resultado final apontando a solução do problema. Respondidas essas questões iniciais e a partir da análise de tais resultados, a aula pode tomar rumos diferentes, conforme o percentual individual de erros/acertos.

Uma das principais ideias do método é fazer com que os alunos interajam entre si ao longo das aulas, procurando explicar, uns aos outros, os conceitos que estão sendo abordados, por meio de questionamentos estruturados, que serão apresentados pelo professor (essas questões conceituais foram definidas pelo autor como testes conceituais - *ConcepTests*).

De acordo com Pinto *et al*. (2012 *apud* MAZUR, 2007, p. 80),

> a metodologia do IpC envolve / compromete / mantém atentos os alunos durante a aula por meio de atividades que exigem de cada um a aplicação os conceitos fundamentais que estão sendo apresentados, e, em seguida, a explicação desses conceitos aos seus colegas. Ao contrário da prática comum de fazer perguntas informais, durante uma aula tradicional, que normalmente envolve uns poucos alunos altamente motivados, a metodologia do IpC pressupõe questionamentos mais estruturados e que envolvem todos os alunos na aula.

Este método auxilia para que os alunos se envolvam com o conteúdo de ensino, promovendo o aprendizado colaborativo. De acordo com Mazur (2015), “pressupõe que o professor limite a exposição inicial de um conceito em um curto intervalo de tempo, quando então apresenta um teste conceitual de múltipla escolha, a ser respondido individualmente pelos alunos (entre 2 a 4 minutos)”.

Dependendo do índice de acertos da turma, o professor deve refazer a exposição, quando o índice de acertos for abaixo dos 30%; formar duplas ou pequenos grupos de alunos, que são estimulados a debaterem e chegarem a um consenso quanto a resposta ao teste, quando o índice de acertos estiver entre 30% e 70%; ou seguir em frente para o próximo teste conceitual, quando o índice de acertos for superior a 70%, após uma breve explicação da resposta, sem a necessidade de aprofundamento. Quando o índice de acertos for inferior a 30%, o professor, após explicar novamente o assunto abordado, deve posteriormente apresentar novamente um teste similar sobre o assunto ou o mesmo teste, reiniciando o ciclo. Cabe esclarecer que, quando o índice de acertos ficar entre 30% e 70%,

após o debate entre duplas ou grupos sugerido pelo professor, cada aluno apresenta a sua resposta individualmente.

Neste formato, o aluno que marcou a resposta correta durante a primeira submissão de resposta, geralmente, consegue convencer aquele que marcou a resposta errada antes das discussões (MAZUR, 2015). O intervalo de acertos entre 30% e 70% não é universal, cabendo ao professor reajustar segundo suas necessidades. Dessa forma, é possível observar a importância de o professor confeccionar esse questionário com um tempo hábil para formular a sua aula. Se não for possível aplicar o questionário anteriormente, a sugestão do autor (MAZUR, 2015) é que o professor se utilize de sua experiência pedagógica para determinar quais tópicos deverão ser abordados em sala. A breve exposição deve durar de 10 a 15 minutos, enfatizando conceitos ideias que fundamentam o princípio, evitando equações e deduções matemáticas.

A figura 2.1 retrata o fluxograma implementado por Mazur.

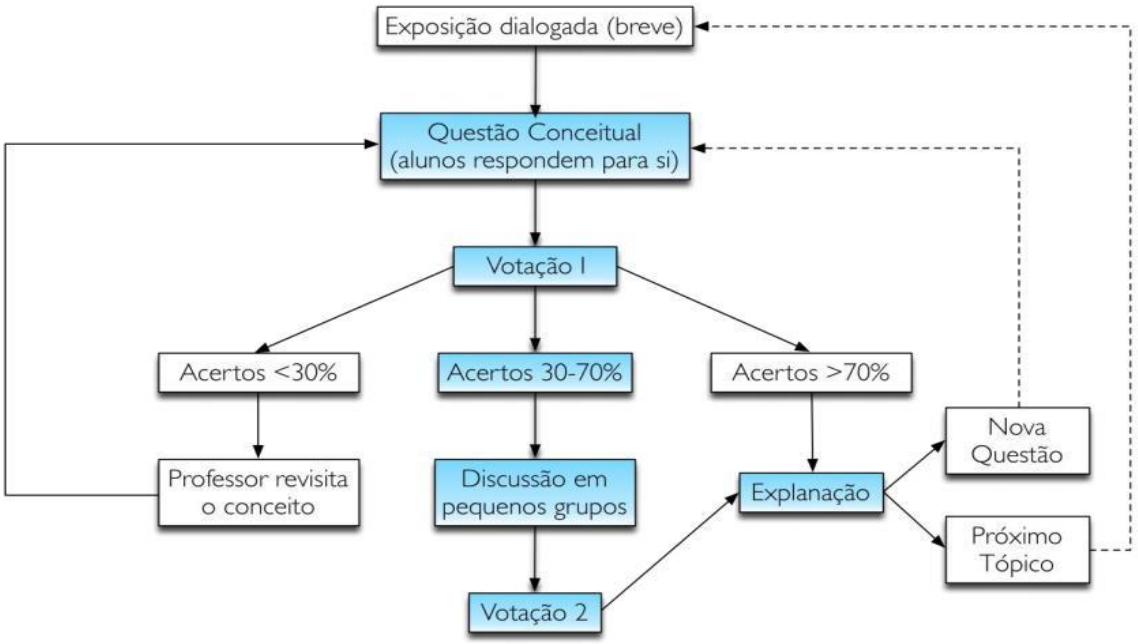


Figura 2.1 – Diagrama do processo de implementação do método IpC (*Peer Instruction*). Em destaque, a etapa conhecida como *Conceptest*. Adaptado de Lasry, Mazur e Waltkins (2008)
Fonte: Araujo e Mazur (2013)

O debate entre os alunos deve sempre ser mediado pelo professor, sugerindo os alunos a interrogarem uns aos outros, com o objetivo de promover o aprendizado e discutir ideias. As respostas podem ser informadas ao professor de diversas maneiras, conforme listado a seguir.

1. Levantar a mão: O professor pode pedir para cada estudante levantar a mão para escolher sua resposta. A principal desvantagem, nesse caso, é a perda de precisão devido à tendência dos alunos a seguir a resposta do colega ou pelo fator vergonha, onde alguns alunos podem hesitar em erguer a mão.

2. Flashcards: cada estudante recebe um conjunto de cartões (contendo as alternativas A, B, C, D, E) para sinalizar a resposta a uma questão. Nesse caso, a demora no recolhimento das respostas e no cálculo do índice de acertos é um fator negativo a se considerar, mas pode ser uma alternativa viável na falta de um dispositivo remoto. É importante que o professor realize a dinâmica de respostas ao mesmo tempo, evitando que um aluno influencie o outro.

3. *Clickers*: dispositivo remoto de resposta utilizado por Mazur, semelhante a um controle remoto (via receptor de radiofrequência), onde o aluno marca suas alternativas. Essas respostas são enviadas para um computador por meio de um *software*, que fornece ao professor a porcentagem de acertos em tempo real[2].

4. Plickers[3]: Este é um *software* que pode ser baixado gratuitamente pelas lojas oficiais do *Android (Playstore)* e *Apple (apple store)*. Reproduz o funcionamento dos *Clickers*, sendo necessário a criação de uma conta no site[3] e cadastro de dados de classes e de questões a serem aplicadas na biblioteca do aplicativo. O aplicativo *Plickers* deve ser instalado no celular do professor e, para utilizá-lo, o professor, antes do início da aula, deve providenciar os cartões codificados na quantidade suficiente a todos os alunos da turma. Os cartões são numerados e apresentam quatro opções de resposta, que dependem do seu posicionamento na hora da captura. Cada posição levantada do cartão-resposta corresponde a uma alternativa diferente. Cada aluno tomará posse de um número de cartão, que será o número do aluno na biblioteca do aplicativo.

O mesmo conjunto de cartões do aplicativo pode ser usado em inúmeras turmas, desde que devidamente registradas no aplicativo, sinalizando a associação de cada aluno ao seu número correspondente. Todas as questões a serem trabalhadas com os alunos das turmas incluídas no aplicativo, devem estar catalogados na sua biblioteca com todas as opções de reposta para que os registros dos dados gerados na pesquisa possam ser devidamente computados.

---

[2] A grande vantagem é a dificuldade de influencia de resposta entre colegas, pois o sistema de respostas é sigiloso, apenas com o acionamento de um botão. A dificuldade está no custo deste produto, que requer da instituição um investimento financeiro, dificultando o seu uso.

[3] O *Plickers* é uma ferramenta poderosa e simples que permite ao professor coletar dados de avaliação formativa em tempo real, sem a necessidade de dispositivos de alunos. Fonte*: https://plickers.com*

A figura 2.2 apresenta a imagem de uso dos cartões, constante do site oficial do aplicativo.

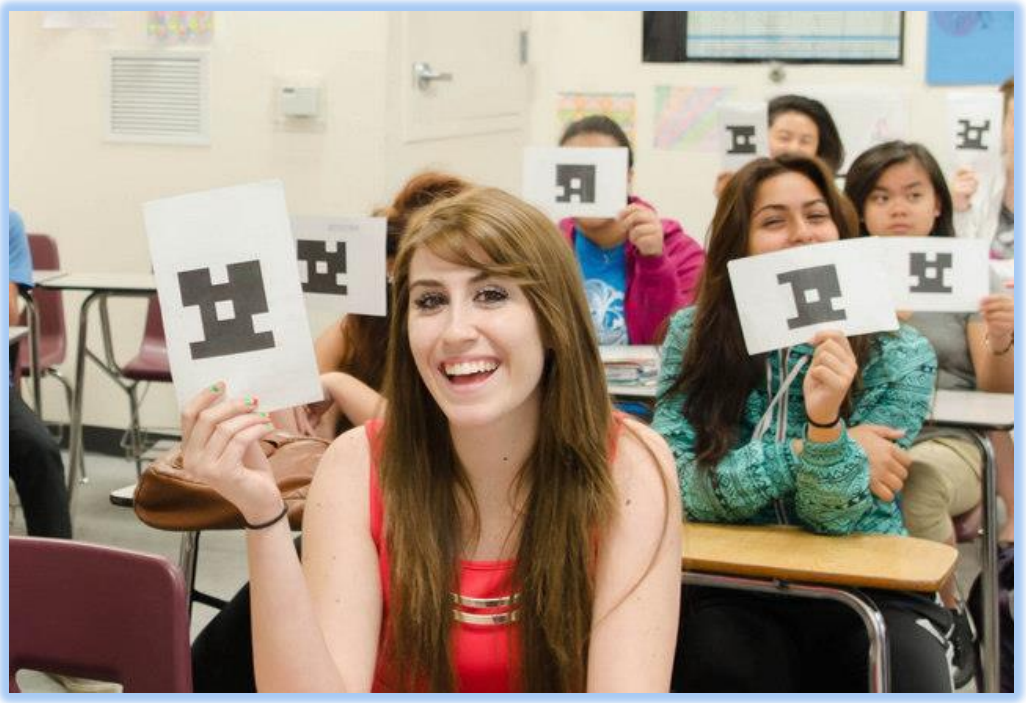


Figura 2.2 - Imagem apresentada no site oficial do aplicativo, que apresenta os cartões utilizados para responder os testes conceituais. Fonte: https://plickers.com

No início da aula, os alunos recebem o seu cartão-resposta. O método se inicia e os testes conceituais, em meio às breves exposições do professor, começam a ser aplicados. Os testes podem ser projetados no quadro, com uso de um *datashow*, ou mesmo serem aplicados mediante folha impressa, como foi o caso do trabalho de Araujo *et al*. (2017), para que o aluno individualmente dê a sua resposta. O professor, com um celular que contenha o aplicativo *Plickers*®, consegue escanear as respostas e, após o registro, o aplicativo fornece uma parcial daquela questão com relação àquela turma.

Este foi o método de captura de respostas escolhido para a presente pesquisa, em virtude da facilidade de obtenção e uso do aplicativo. Por medida de segurança, foram providenciados dois tipos de cartões para esta pesquisa: os cartões codificados fornecidos pelo aplicativo e os cartões coloridos, similares aos *flashcards*, mas com todas as opções em um único cartão. Essa medida foi adotada para evitar um eventual retrocesso em alguma das aulas da sequência didática, em virtude da oscilação de sinal de internet na escola onde foi realizada a pesquisa. Cabe citar que não houve necessidade de uso dos cartões coloridos, pois os cartões codificados do *Plickers* funcionaram satisfatoriamente nas aulas constantes da sequência didática. A figura 2.3 a) apresenta os cartões codificados e fornecidos pelo

aplicativo e a figura 2.3 b) apresenta os cartões coloridos alternativos.

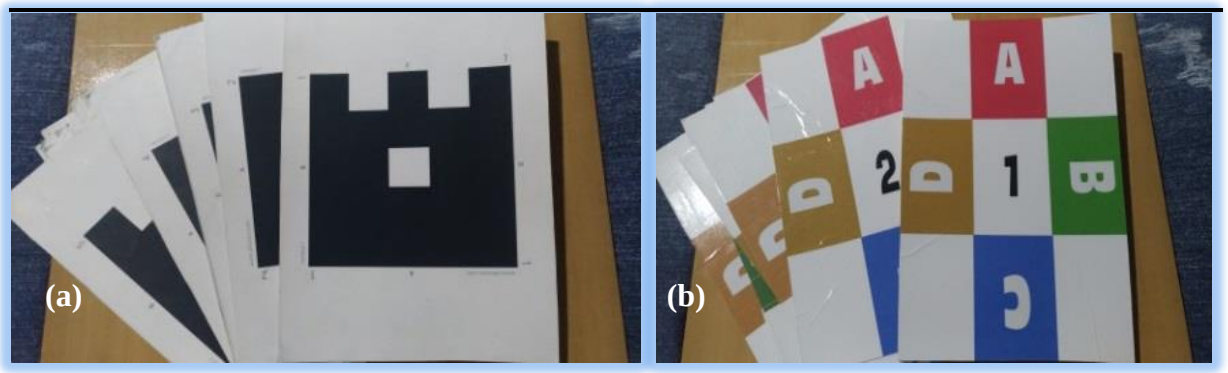


Figura 2.3: a) Imagem de cartões codificados fornecidos pelo aplicativo. **b)** Imagem de cartões coloridos alternativos. Fonte: Acervo pessoal e http://*plickers.com*.

Os resultados do método IpC são monitorados pelo computador ou pelo aplicativo de celular. Há estudos que demonstram a melhoria da capacidade de resolução dos problemas por parte dos alunos, demonstrando que o trabalho entre pares de alunos e a interação constante contribuem para o aumento da capacidade de reflexão, melhora da performance conceitual e prática e o despertar do interesse pela aula (REIS, 2018). A figura 2.4 demonstra a utilização do aplicativo, apresentando um teste conceitual em ela a ser aplicado na turma. Já a figura 2.5 demonstra o scanner em funcionamento durante a realização de uma das aulas da sequência didática da presente pesquisa.

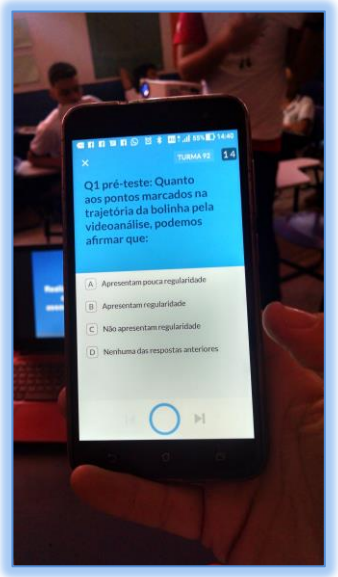


Figura 2.4 – Imagem de dispositivo *Plickers* preparado para captura de respostas em um teste conceitual. Fonte: Acervo pessoal

Figura 2.5 – Imagem de docente utilizando o scanner por meio do aplicativo para capturar as respostas dos alunos. Fonte: Acervo pessoal

O método IpC de ensino que tem como principal objetivo tornar a aula mais interativa, distanciando-se assim do ensino tradicional, no qual os alunos, em geral, assumem uma postura passiva em sala de aula. A resposta em tempo real é informada no próprio aplicativo. Durante a captura do scanner, as respostas certas aparecem em verde na imagem e as erradas em vermelho. Os gráficos comparativos de cada teste conceitual ficam armazenados no site e podem ser consultados imediatamente após a aplicação por meio do celular utilizado como scanner ou a qualquer tempo no site do aplicativo, como mostra a figura 2.6 com a demonstração de um dos gráficos de análise do aplicativo.

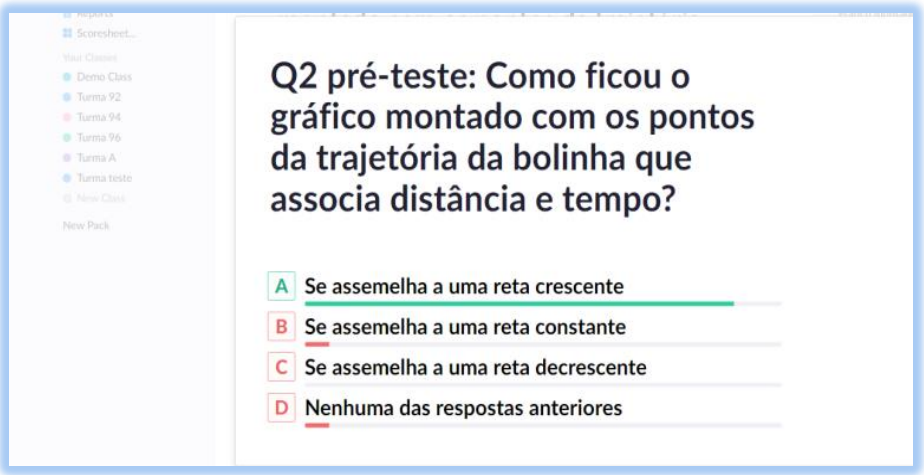


Figura 2.6: Instantâneo de tela de gráfico fornecido pelo aplicativo. Print da autora.
Fonte*: https://plickers.com*

Atualmente o IpC é um método consolidado e utilizado em diversas disciplinas, especialmente no ensino superior (CUMMINGS, ROBERTS, 2008; CROUCH, MAZUR, 2001; LASRY, MAZUR, WATKINS, 2008; KARWOSKI, 2012). Pesquisas nacionais recentes (ARAUJO et al., 2017; DINIZ, 2015; MÜLLER, 2013; ARAUJO, MAZUR, 2013; OLIVEIRA, 2012) e internacionais (CUMMINGS, ROBERTS, 2008; CROUCH, MAZUR, 2001; TURPEN, C.; FINKELSTEIN, 2010; CROUCH et al., 2007; LASRY, MAZUR, WATKINS, 2008; JAMES, 2006) apontam que, após a discussão, os argumentos corretos normalmente convencem os mais equivocados e as respostas dadas após as discussões entre os pares convergem para a resposta correta. O trabalho internacional feito por Crouch e Mazur (2001) buscou apresentar uma pesquisa sobre os 10 anos de utilização do IpC em cursos de introdução de física. Os resultados mostram um aumento no domínio dos conteúdos de física e também discutem as mudanças em sua implementação desde a sua introdução em 1991. Durante esses anos, um teste que utiliza resolução de problemas numéricos foi aplicado no início e no fim de cada ano (pré e pós-teste). No ano de 1990, sob métodos tradicionais de ensino, o ganho absoluto no pós-teste foi de 8%, enquanto no ano de 1991, utilizando o IpC como método de ensino-aprendizagem, o ganho absoluto no pós-teste foi de 14%. Com o uso contínuo do novo método, que foi passando por melhorias ao longo dos anos, esses resultados continuaram subindo até que chegou a 33% de ganho absoluto em 1998 e 2000. A tabela 2.1 ilustra a tabela retirada do trabalho de Crouch e Mazur (2001).

Table I. Force Concept Inventory (FCI) and Mechanics Baseline Test (MBT) results.[a]

Year	Method	FCI pre	FCI post	Absolute gain (post−pre)	Normalized gain ⟨g⟩	MBT	MBT quant. questions	N
Calculus-based								
1990	Traditional	(70%)	78%	8%	0.25	66%	62%	121
1991	PI	71%	85%	14%	0.49	72%	66%	177
1993	PI	70%	86%	16%	0.55	71%	68%	158
1994	PI	70%	88%	18%	0.59	76%	73%	216
1995	PI	67%	88%	21%	0.64	76%	71%	181
1996	PI	67%	89%	22%	0.68	74%	66%	153
1997	PI	67%	92%	25%	0.74	79%	73%	117
Algebra-based								
1998	PI	50%	83%	33%	0.65	68%	59%	246
1999	Traditional	(48%)	69%	21%	0.40	···	···	129
2000	PI	47%	80%	33%	0.63	66%	69%	126

Tabela 2.1 - Tabela de Peer Instruction: Ten years of experience and results, Am. J. Phys. 69 (9).
Fonte: Crouch e Mazur (2001)

Essas discussões ajudam a desenvolver habilidades de comunicação, além de facilitar

a identificação das dúvidas assinaladas pelos alunos (CROUCH, MAZUR, 2001).

> Questões, cuidadosamente escolhidas, fornecem aos alunos a oportunidade para descobrirem e retificarem seus erros e, no decorrer do processo, proporcionam a aprendizagem de conceitos relevantes por meio das discussões entre colegas. Na medida do possível, os grupos devem ser organizados de modo que reúnam alunos que optaram por diferentes alternativas na questão conceitual. Nesse momento, há um processo de interação e convencimento entre os alunos; os que apresentam argumentos mais plausíveis encorajam os demais a substituir suas respostas (MÜLLER, 2013, p.19).

De acordo com Araújo e Mazur (2013), para que um Teste Conceitual seja efetivo, as questões devem requerer reflexões sobre os conceitos de modo que os estudantes não consigam respondê-las meramente substituindo valores em fórmulas, ou simplesmente usando a memória sobre algo que foi discutido anteriormente. Outro ponto importante é o nível de dificuldade das questões para os alunos. Tendo em mãos as respostas para as Tarefas de Leitura, antes da aula, o professor tem chance de escolher questões cujo nível de dificuldade seja adequado para a turma, podendo também implementar uma avaliação formativa acompanhando o progresso dos alunos antes, durante e depois de suas aulas.

Os testes conceituais utilizados na presente pesquisa foram construídos de forma a investigar o entendimento dos alunos participantes a cerca da videoanálise de experimentos, como veremos mais adiante, evoluindo para a construção da lei de formação de funções afins e quadráticas associadas a essas videoanálises, além de conceitos correlatos como a construção dos gráficos associados, coeficientes constantes na lei de formação de cada função, entre outros, sempre buscando uma definição conceitual, evitando cálculos de equações extensas ou questões que exigissem um tempo maior de resolução que não se enquadrasse nos moldes da aplicação da metodologia IpC. Os testes aplicados nesta pesquisa são originais, uma vez que os livros didáticos voltados para a Matemática de EF focam em resolução de exercícios numéricos, não sendo possível sua aplicação nessa metodologia. Além disso, era fundamental que as questões fossem associadas às videoanálises dos experimentos realizados pelos próprios alunos, destacando, por consequência, a originalidade das mesmas.

2.3.1. **A videoanálise e a utilização do *software* livre *Tracker***

A videoanálise de experimentos realizados pelo corpo discente participante entra como instrumento introdutório para o trato da metodologia ativa IpC. Com base em aula inicial por meio da videoanálise de experimentos, os alunos passam, em aula posterior, por testes conceituais do IpC embasados nas videoanálises estudadas.

A videoanálise é um instrumento tratado por meio do *software* livre *Tracker*, gratuito para *download*, que oferece ferramentas para a análise de vídeos (*http://physlets.org/tracker*) e destina-se à análise quadro a quadro de vídeos (videoanálise), permitindo o estudo de diversos tipos de movimento a partir de filmes produzidos por câmaras digitais ou *webcams* (DE JESUS, 2014). Foi desenvolvido por Douglas Brown, Doutor em física pela Universidade do Colorado, professor do *Cabrillo College* entre 1977 e 2008, em parceria com o *Open Source Physics* (OSP). OSP é uma comunidade de âmbito mundial que contribui com a oferta de recursos gratuitos para o ensino de Física e de modelagem computacional (*http://www.opensourcephysics.org*), cujas ferramentas têm sido recomendadas por especialistas da área (BEICHNER, 1996; LAWS; PFISTER, 1998; BROWN; COX, 2009; BEZERRA *et al*., 2011; DE JESUS; 2014). É um software de fácil aprendizagem que permite um tratamento científico dos arquivos em formato vídeo, obtendo estimativas para parâmetros diversos, evolução temporal de grandezas, entre outras aplicações (BROWN; COX, 2009; BEZERRA *et al*., 2011; DE JESUS; 2014). Uma vantagem em relação aos simuladores é que o *Tracker* permite estudar uma situação física real, não sendo apenas uma representação virtual da realidade (BEICHNER, 1996; LAWS; PFISTER, 1998). Uma versão em português do *software* livre *Tracker*, acompanhado de um manual de instruções, está disponível graças ao trabalho realizado pelo grupo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (BEZERRA Jr., LENZ, SAAVEDRA, 2011). É necessário a instalação da plataforma *Java*, disponível para *download* no site *https://www.java.com/pt_BR/download/*, que é a linguagem de programação para a utilização do *software* livre *Tracker*. A figura 2.7 ilustra a interface gráfica do programa para videoanálise.

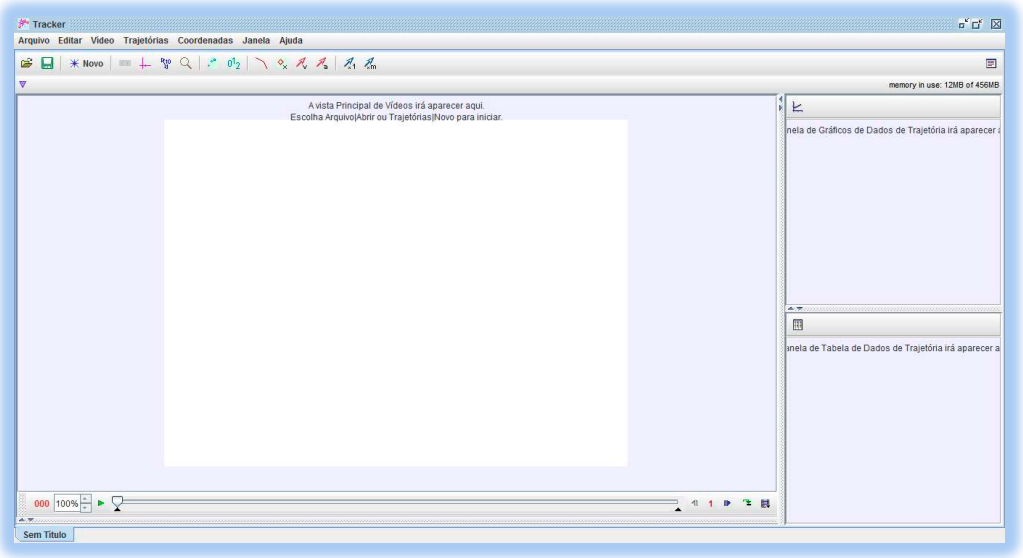


Figura 2.7: Interface gráfica do programa *Tracker*. Versão em português

A filmagem a ser tratada pelo *software Tracker* passa por ajustes antes da análise, como a delimitação do tempo de percurso a ser analisado, a criação de um referencial de escala associada ao experimento real, o ponto de massa, a marcação do eixo cartesiano, a marcação de todo o percurso delimitado a partir do deslocamento desse ponto de massa (deslocamento do objeto na filmagem). A partir disso, é possível avaliar os movimentos capturados por meio do programa e levantar questionamentos junto aos alunos sobre o que acontece com os pontos da trajetória capturada, como a apresentação do gráfico, se há proporcionalidade nos movimentos, entre outros. Decorrente das análises em função da experimentação, os alunos têm a oportunidade de associar o conceito e a construção da função a ser descoberta e fornecida por meio do *software* em relação aos movimentos capturados e concluir as associações necessárias. Além do *Tracker*, intenciona-se a utilização do *software Excel* para obtenção da lei de formação de cada função obtida nos experimentos, objetivando diversificar a abordagem dos conceitos.

Alguns cuidados são importantes na realização dos experimentos e da respectiva filmagem de forma a favorecer o estudo em videoanálise. O movimento do objeto sob investigação, por exemplo, deve ocorrer sempre perpendicular à câmera e esta deve permanecer em um ponto fixo, imóvel, durante a filmagem. É importante que exista um fundo estacionário, permitindo embasamento para a investigação. Pode-se fixar uma régua ao plano de fundo ou um outro objeto fixo que se conheça a medida, por exemplo, para servir de escala para o trato da videoanálise. No presente estudo, foi utilizada uma prancha com fundo centimetrado, conforme figura 2.8, para facilitar o uso do software, como veremos no capítulo de metodologia.

No caso da filmagem realizada por câmera apoiada pela mão, esta pode oscilar durante a filmagem e a captura do movimento relativo do objeto pode prejudicar a videoanálise. Nesse caso, um referencial fixo acompanhando o tratamento pode sanar o problema. O "*zoom*" deve ser evitado para não implicar na variação de referência de medida do *software.* A amplitude de movimento do objeto sob investigação deve ser pequena em comparação com o campo de visão da câmera para evitar grande aproximação ou afastamento da câmera durante o movimento, pois a mesma permanece imóvel enquanto filma, tornando o efeito desprezível. Deve-se evitar a edição do vídeo, podendo alterar a taxa de quadros por segundo, e a baixa velocidade do obturador da câmera, para não correr o risco da imagem capturada do objeto se tornar um borrão, dificultando a marcação de sua posição e, consequentemente, a

videoanálise. Movimentos lentos quando comparados a velocidade do obturador podem proporcionar uma melhor resolução do objeto em cada quadro.

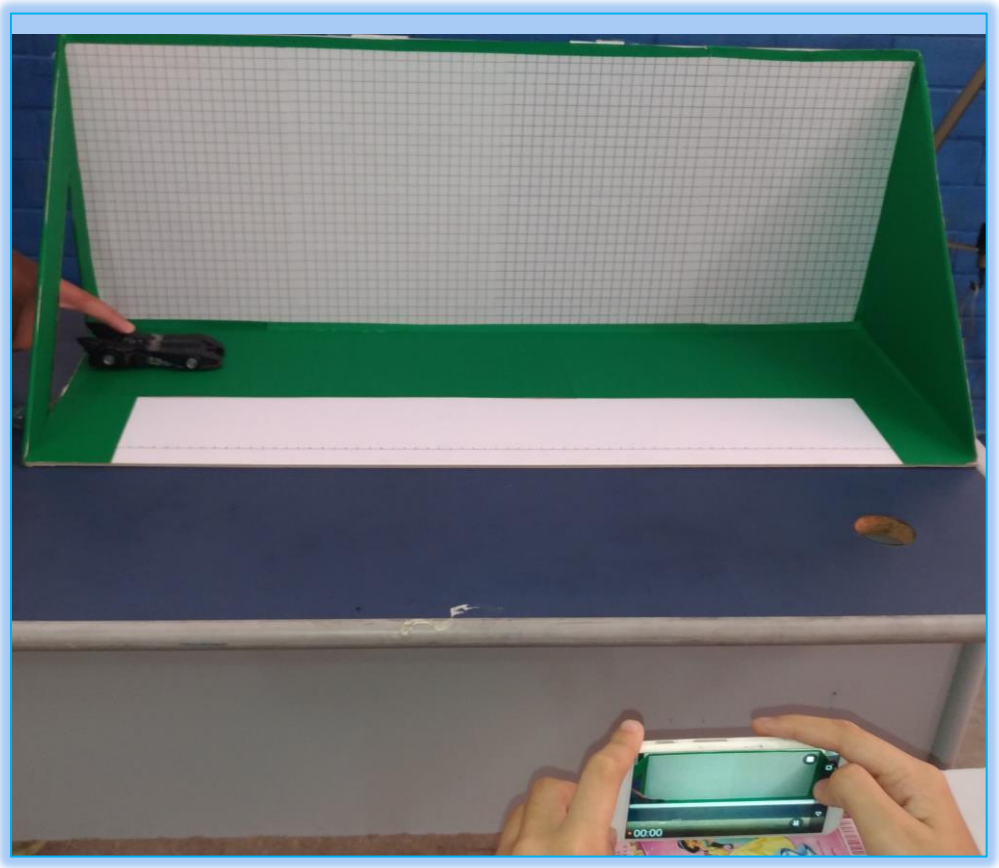


Figura 2.8: Imagem de prancha de auxílio para videoanálise. Fonte: Acervo pessoal

3. METODOLOGIA

O presente estudo engloba a realização de pequenos experimentos associados às funções afim e quadrática, mapeamento desses experimentos, por meio de captura por *smartphone* e videoanálise por parte do corpo discente, discussões e reflexões subsequentes. A inserção da metodologia ativa IpC, sob à investigação QE para o ensino das funções, tende a dinamizar a abordagem e trazer respostas em tempo real, além da discussão entre pares, facilitando a avaliação do docente quanto a eficácia da proposta. O fluxograma de Mazur, que tem por base uma breve explanação do professor e sugestão de leitura prévia, neste ensaio, teve a leitura prévia substituída pela experimentação e videoanálise promovida pelo corpo discente participante. O funcionamento do fluxograma de Mazur permaneceu em sua essência para esta pesquisa nas aplicações dos pré-testes e pós-testes conceituais da série temporal QE, respeitando as faixas de análise abaixo de 30% / entre 30% e 70% / acima de 70%, explicitadas anteriormente.

3.1 O CONTEXTO ESCOLAR E OS SUJEITOS DA PESQUISA

A Fundação de Apoio à Escola Técnica (FAETEC), vinculada à Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação, foi criada em 10 de junho de 1997. Atualmente, a rede atende à oferta no Ensino Técnico de Nível Médio, na Formação Inicial e Continuada / Qualificação Profissional e na Educação Superior. Ao todo, 51 cidades contam com a presença da Fundação por meio de oportunidades em diversos segmentos de ensino. Algumas das unidades são: Escolas Técnicas Estaduais (ETE), Centros de Educação Tecnológica e Profissionalizante (Cetep), Centros Vocacionais Tecnológicos (CVT), Escolas de Artes Técnicas (EAT), Faculdades de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro (Faeterj) e Centros de Referência em Formação de Profissionais da Educação (Iserj e Isepam). O ensino na rede é desenvolvido com base nos eixos tecnológicos de ambiente e saúde, controle e processos industriais, desenvolvimento educacional e social, gestão e negócios, informação e comunicação, infraestrutura, produção alimentícia, produção cultural e design, produção industrial, recursos naturais, segurança, turismo, hospitalidade e lazer.[4]

[4] http://www.faetec.rj.gov.br/index.php/institucional/apresentacao-faetec

De acordo com o Regimento Norteador das Unidades Escolares da Educação Básica / Técnica da Rede FAETEC de setembro de 2015, em seu Art. 3º, a educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores. No seu Art. 4º, a educação profissional e tecnológica, etapa final da educação básica (EM), atende ao cumprimento dos objetivos da educação nacional, integrada aos diferentes níveis e modalidades de educação e às dimensões do trabalho, da ciência e da tecnologia e tem como finalidades, de acordo com seu Art. 18, a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no EF, possibilitando o prosseguimento de estudos, a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade às novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores, levando ao aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico e a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada componente curricular e suas articulações.

Os alunos oriundos do EF da rede, ao concluí-lo no 9º ano, têm acesso direto e automático ao EM da instituição, conforme consta no Art. 217, ao citar que "será assegurado o ingresso automático ao sexto ano de escolaridade do EF e ao EM / Educação Profissional Técnica de Nível Médio articulada ao Ensino Médio, a todos os alunos aprovados, respectivamente, no quinto e nono anos de escolaridade do Ensino Fundamental da rede FAETEC".

O corpo docente voltado para o trabalho com o EF nas unidades da rede busca o preparo desses alunos para o ingresso ao EM técnico. Além disso, incluem-se como atribuições do professor da instituição, entre outras, propiciar diferentes situações de aprendizagem, intervindo direta e continuamente, entre a experiência vivenciada pelo educando e o saber sistematizado, suscitar o desejo de aprender no aluno para a construção do conhecimento, buscar a contextualização, estabelecendo a relação entre o saber, o trabalho e a vida, planejar e desenvolver ações interdisciplinares, utilizar novas tecnologias e metodologias (Regimento FAETEC, Art. 85. IV, VII, VIII, XIII, XV).

Dessa forma, diante de todas as normativas apresentadas, o foco deste estudo vai de encontro às necessidades e perfil da instituição, uma vez que busca contextualização,

experimentação, interdisciplinaridade, tecnologia por meio da videoanálise e aplicação de nova metodologia proposta pela aplicação do IpC.

A sequência didática foi realizada em três turmas de 9º ano do EF do turno da tarde da Escola Estadual de Ensino Fundamental Visconde de Mauá, figura 3.1, pertencente à rede FAETEC do Rio de Janeiro, localizada no bairro de Marechal Hermes, cuja mestranda é docente da disciplina de matemática. Ao todo foram 76 alunos participantes, sendo 27 alunos participantes na turma 1, 24 alunos na turma 2 e 25 alunos na turma 3, onde todos acordaram com os termos de consentimento e assentimento livre esclarecido (TCLE e TALE) para participação efetiva no projeto, devidamente autorizado por meio do Parecer Consubstanciado do CEP sob o nº 2.960.130, via Plataforma Brasil.

A prática foi realizada em 6 (seis) aulas duplas, conforme discriminamos a seguir. A escola possui uma sala específica para a equipe de matemática da UE, figura 3.2, e, como o turno é composto por seis tempos diários de 45 minutos cada, as seis aulas duplas da sequência aconteceram nos mesmos dias letivos nas três turmas participantes no terceiro trimestre do ano letivo de 2018, sendo uma aula dupla em cada dia letivo.

Figura 3.1: Imagem da escola E.E.F.V.M.
Fonte: Acervo pessoal

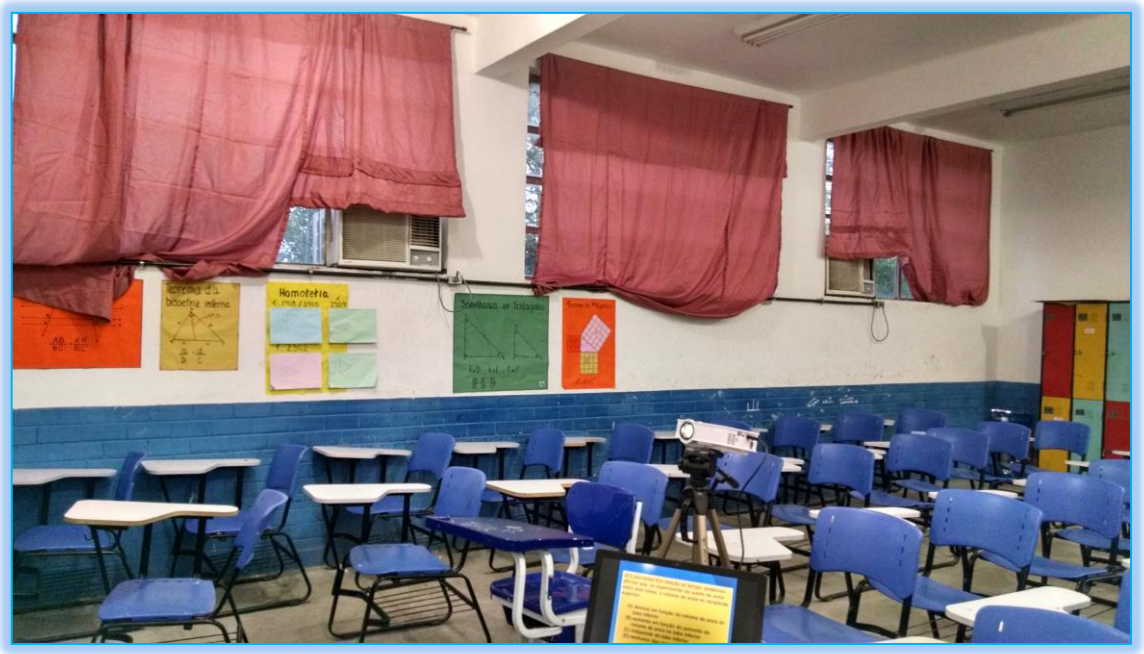


Figura 3.2: Imagem de Sala de aula da Equipe de Matemática da UE onde foi realizado o projeto de pesquisa. Fonte: Acervo Pessoal

Por meio da metodologia ativa IpC, o aluno foi convidado a experimentar aproximações ao conceito de funções e aprofundar seus conhecimentos a partir de suas vivências. Dessa forma, o processo com a realização de videoanálise de experimentos, passou por pré-testes e pós-testes ao longo da aplicação da metodologia para aprofundamento dos conceitos. A sequência de 6 aulas duplas contou como uma aula introdutória, para familiarização e conhecimento da metodologia IpC e do *software Tracker* a ser utilizados nas aulas de experimentação, seguida de aulas de experimentos e videoanálise intercaladas com aulas de aplicação da metodologia IpC, como apresentamos adiante.

Dos acessórios utilizados para o desenvolvimento do projeto de pesquisa em questão, destacamos um laptop, um tripé, um projetor *datashow* e três *smartphones*, sendo todos pertencentes à mestranda. Um dos *smartphones* tinha conexão com a internet e destinava-se à captura dos dados por meio das votações pelo aplicativo *plickers.com*, ilustrado anteriormente no capítulo de fundamentação teórica por meio das figuras 2.4 e 2.5. O outro *smartphone* foi utilizado pelo corpo discente para a captura dos movimentos por eles experimentados nas aulas destinadas à videoanálise, também ilustrado no capítulo de fundamentação teórica por meio da figura 2.8. O terceiro *smartphone* teve função para fotos promovidas pelos alunos dos eventos ocorridos. A figura 3.3 mostra o posicionamento adotado em sala de aula para o laptop, tripé e projetor.

Figura 3.3: Imagem do posicionamento do laptop, tripé e projetor para uso em sala de aula.
Fonte: Acervo pessoal

Além desse material, foram utilizados pequenos objetos para promover as experimentações e posterior videoanálises, São eles: bola de mouse, bola de borracha (perereca), carrinho de fricção, carrinho de ferro, carrinho com lançador, peças de dominó, raquetes e bola de ping pong, biboquê, aparelho para drenagem de líquido (bomba tira-leite materno), conforme ilustram as figuras 3.4 e 3.5.

Figura 3.4: Imagem de objetos (mouse e bola, bola de borracha, carrinho de fricção, carrinho com lançador, peças de dominó, aparelho para drenagem de líquido).
Fonte: Acervo pessoal

Figura 3.5: Imagem de objetos utilizados (raquetes e bola de ping pong, biboquê, carrinhos de ferro, bola de borracha de efeito "choque elástico"). Fonte: Acervo pessoal

A prancha para vídeoanálise, com fundo centimetrado, já foi apresentada na figura 2.8 no capítulo anterior. Também os cartões individuais e numerados para uso dos alunos nas votações da metodologia IpC foram ilustrados nas figuras 2.3a e 2.3b do capítulo anterior. Os materiais para movimentação e realização de experimentos e os smartphones para captura de movimentos para estudo em videoanálise e para fotografar as cenas dos eventos ocorridos foram utilizados exclusivamente pelo corpo discente participante, sob orientação da docente, conforme veremos mais a frente.

3.2. A SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZADA

A sequência didática incluiu seis aulas duplas de 45 minutos cada, discriminadas da forma que se segue.

1ª aula dupla – Apresentação da metodologia ativa IpC, com primeiro contato e uso dos cartões *Plickers*, apoiada em atividades e/ou simulações de utilização com conteúdos prévios. Apresentação do *software* livre *Tracker* e exemplos de utilização.

2ª aula dupla – Realização de videoanálise de experimentos associados à função afim, intercalando os grupos de atuação (movimento de objetos, filmagem por celular, videoanálise dos experimentos em computador). Breve discussão para reflexão e debate sobre a experiência.

3ª aula dupla – Aplicação da metodologia ativa IpC em relação às questões objetivas

apoiadas na videoanálise de experimentos realizados em aula anterior, com utilização dos cartões *Plicker*s.

4ª aula dupla – Realização de videoanálise de experimentos associados à função quadrática, intercalando os grupos de atuação (movimento de objetos, filmagem por celular, videoanálise dos experimentos em computador). Breve discussão para reflexão e debate sobre a experiência.

5ª aula dupla – Aplicação da metodologia ativa IpC em relação à questões objetivas apoiadas na videoanálise de experimentos realizados em aula anterior, com utilização dos cartões *Plicker*s.

6ª aula dupla – Aplicação da metodologia ativa IpC, com o uso de um questionário com questões de múltipla escolha e utilização de *Plickers*, envolvendo questões associadas às videoanálises e discussões sobre funções afins e quadráticas, a fim de fazer uma análise final e conclusão da proposta aplicada.

O quadro 3.1 demonstra a sequência didática com a discriminação de datas, horários e especificidades de cada aula dupla.

Quadro 3.1: Cronograma da Sequência Didática.

DATA	PRÁTICA DESENVOLVIDA
10/10/2018	Introdução ao método IpC com testes conceituais de conteúdos prévios
17/10/2018	Realização de experimentos e videoanálise associada À função afim pelo corpo discente participante
22/10/2018	Aplicação da metodologia ativa IpC associada às videoanálises vinculadas às funções afins
29/10/2018	Realização de experimentos e videoanálise associada À função quadrática pelo corpo discente participante
05/11/2018	Aplicação da metodologia ativa IpC associada às videoanálises vinculadas às funções quadráticas
12/11/2018	Conclusão da sequência didática com da metodologia ativa IpC envolvendo funções afins e quadráticas

O tratamento de série temporal de seis aulas duplas envolveu 44 testes conceituais, distribuídos entre pré e pós aplicações, de acordo com a necessidade.

Os testes conceituais foram formulados e selecionados de acordo com critérios estabelecidos na literatura internacional, ou seja, testes conceituais de múltipla escolha e abordando conceitos que exigem raciocínio dos alunos para o entendimento do conteúdo, ao invés de forçá-lo a memorizar fórmulas e conceitos, ou que simplesmente substitua um número em uma fórmula (MAZUR, 2015, p.11). Esses testes foram embasados nos experimentos realizados pelos alunos e tratados em videoanálise, trazendo significado ao

debate e resposta aos questionamentos. Os testes conceituais formulados a partir do tratamento em videoanálise dos experimentos foram criados de modo que cada questão tratasse de um experimento analisado.

3.3. EXPERIMENTOS E O USO DA VIDEOANÁLISE

A primeira aula de experimentação foi destinada ao alcance da lei de formação de funções afins a partir de experiências realizadas pelos próprios alunos. A primeira turma a receber o tratamento, de acordo com o horário oficial da escola, foi a turma 2. Foram realizados 6 (seis) experimentos, respectivamente, rolagem da bola de mouse, da bola de borracha, lançamento do carrinho de fricção, do carrinho com lançador, queda de peças de dominó e queda da água no tubo de drenagem. Cada um desses movimentos contou com a participação de três alunos, sendo um para promover o movimento, outro posicionado para a filmagem do evento e o terceiro aluno responsável por fotografar a cena. Todo evento foi supervisionado pela docente, com orientações sobre o lançamento correto, posicionamento da câmera de filmagem do movimento de forma que a tela permanecesse vertical e o mais imóvel o quanto possível para posterior videoanálise. Dos seis eventos promovidos, cada um deles contou com a participação de um trio diferente de forma a diversificar a participação e envolver o maior número de alunos das turmas participantes. Independente disso, toda a turma acompanhou cada um dos passos de cada evento, demonstrando interesse e curiosidade. As turmas seguintes, 3 e 1, receberam tratamento análogo. As figuras 3.6 — 3.11 apresentam o preparo desses movimentos.

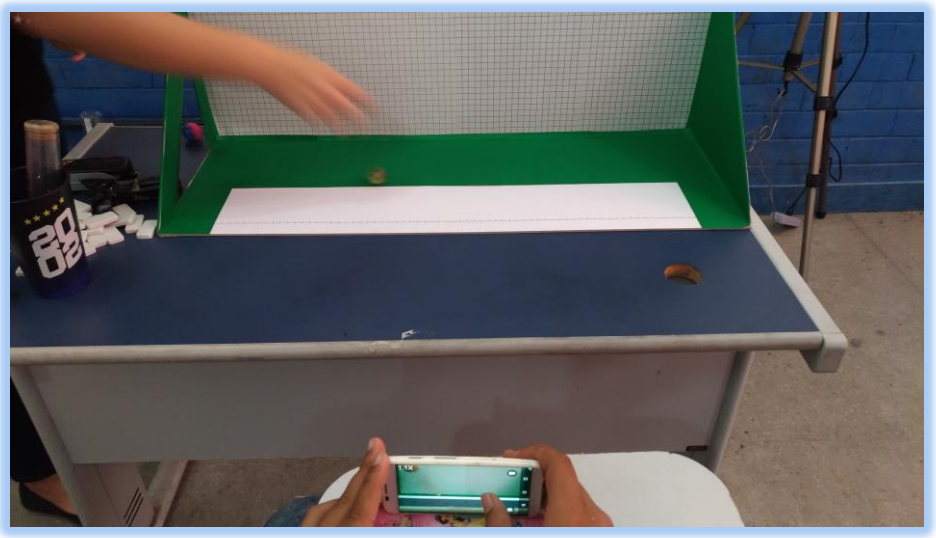


Figura 3.6: Imagem do preparo para o movimento da bola de mouse em MRU
Foto de um aluno participante. Fonte: Acervo pessoal

Figura 3.7: Imagem do preparo para o movimento da bola de borracha em MRU. Foto de um aluno participante. Fonte: Acervo pessoal

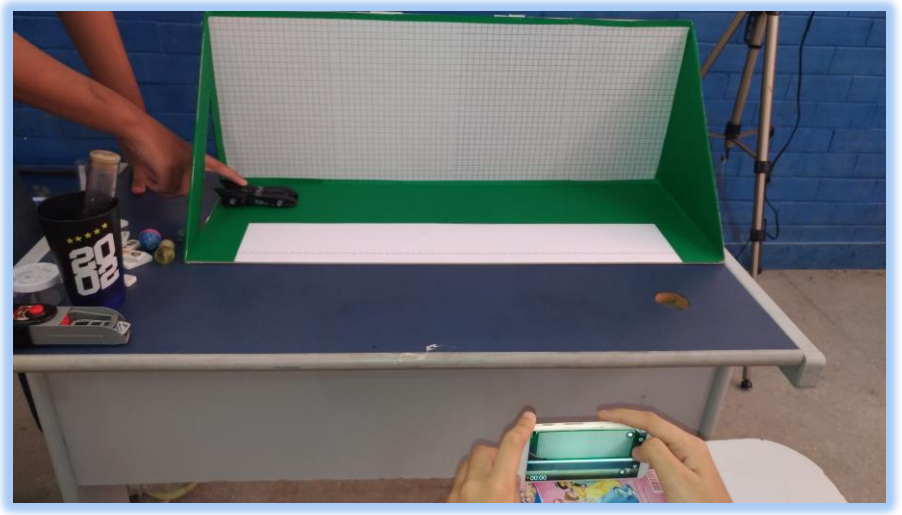


Figura 3.8: Imagem do preparo para o movimento do carrinho de fricção. Foto de um aluno participante. Fonte: Acervo pessoal

Figura 3.9: Imagem do preparo para o movimento de carrinho com lançador Foto de um aluno participante. Fonte: Acervo pessoal

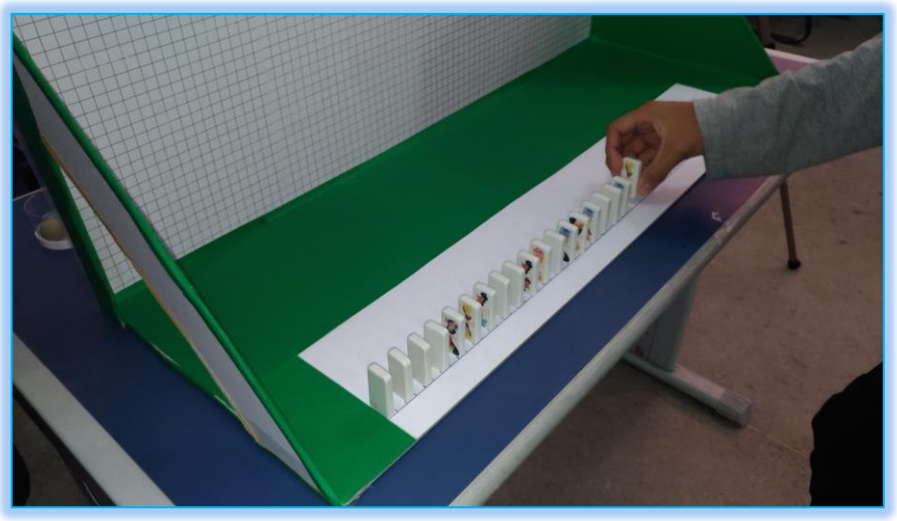


Figura 3.10: Imagem do preparo para o movimento de queda das peças de dominó
Foto de um aluno participante. Fonte: Acervo pessoal

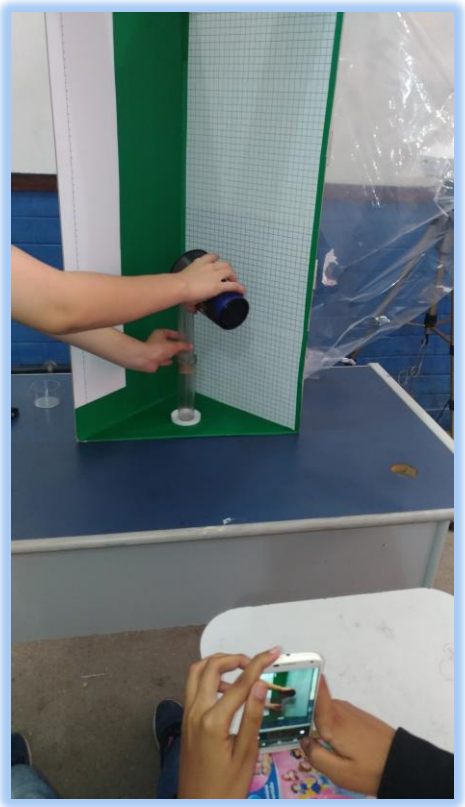


Figura 3.11: Imagem do preparo para o movimento de queda da água no tudo de drenagem.
Foto de um aluno participante. Fonte: Acervo pessoal

Encerrada a etapa de realização e filmagem dos eventos, a turma foi convidada a manusear o *software Tracker*. Com o apoio do *datashow*, a docente apresentou novamente orientações básicas para o uso do *software*, reforçando os debates da aula de introdução. A partir de então, alunos participantes foram convidados a utilizar o *Tracker* a partir dos experimentos realizados e filmados por eles. Dos seis eventos realizados, foram escolhidos

dois em cada turma, a critério do aluno voluntário, para tratamento em videoanálise. As figuras 3.12 e 3.13 mostram dois desses alunos promovendo a videoanálise de experimentos escolhidos por eles, sob orientação da docente. Todo o tratamento foi acompanhado pela turma participante por meio da imagem projetada no *datashow*. As orientações foram realizadas ao longo do processo, bem como questionamentos e dúvidas surgidas foram discutidas e tratadas enquanto um dos alunos promovia o tratamento de videoanálise. É importante ressaltar a curiosidade das turmas quanto ao *software* em virtude da correlação com os experimentos por elas realizados.

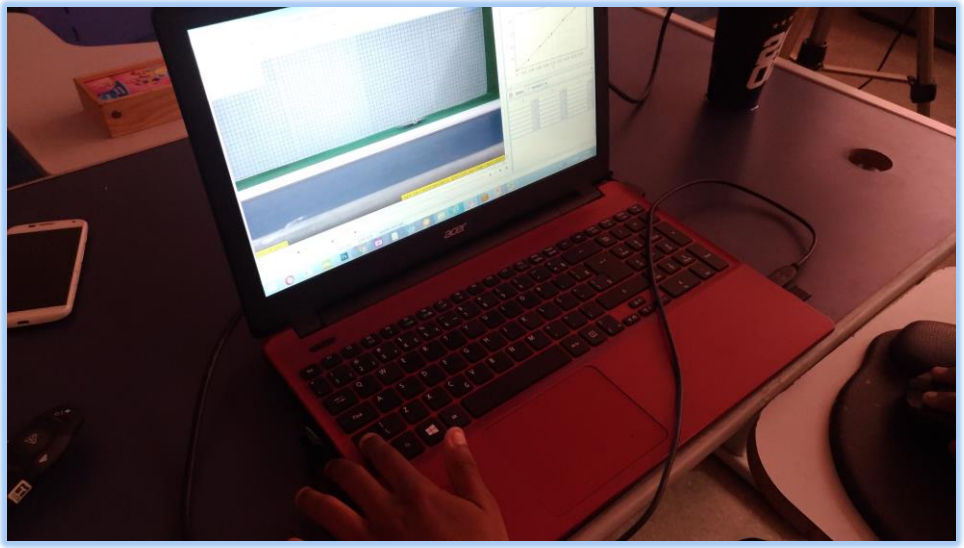


Figura 3.12: Imagem de videoanálise de movimento de carrinho realizada por aluno voluntário. Foto de um aluno participante. Fonte: Acervo pessoal

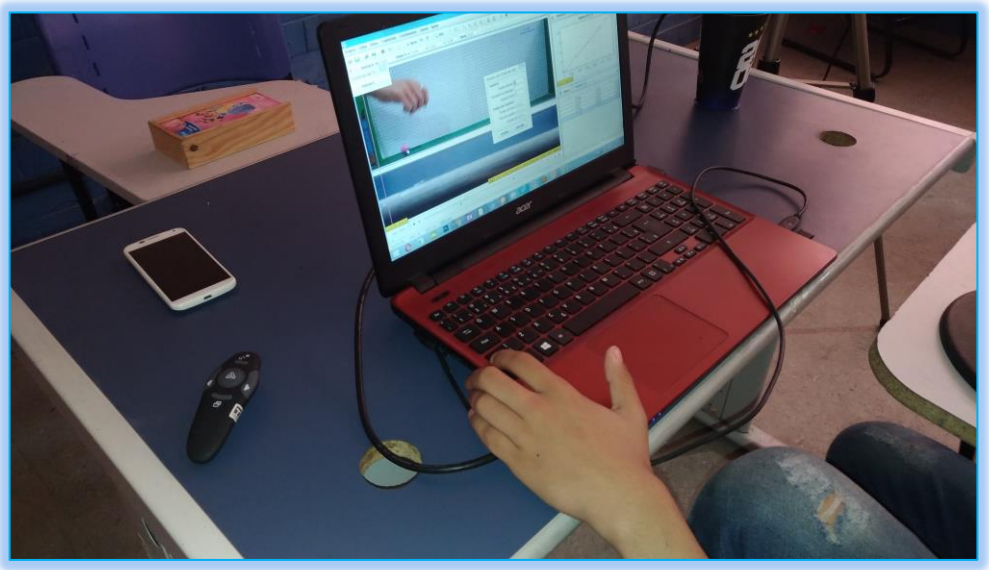


Figura 3.13: Imagem de videoanálise de movimento de rolagem da bola de borracha realizada por aluna voluntária. Foto de um aluno participante. Fonte: Acervo pessoal

Segundo Azevedo *et al.* (2000, p. 4):

> Para o entendimento dos fenômenos estudados o uso correto das operações matemáticas se torna necessário na tentativa de traduzir a Física como linguagem. [...] Experimentos construídos pelos alunos se enquadram como experimentos problematizadores, pois se baseiam numa proposta de ensino investigadora.

Após o tratamento das duas videoanálises, a docente demonstrou no *software* livre *Tracker* e no *Excel* o acesso à lei de formação das funções associadas às videoanálises realizadas. Ao final da aula de experimentação, a docente finalizou com conceitos básicos que embasam a construção da lei de formação de funções afins, com uma breve explanação apoiada em imagens no *datashow*, conforme ilustram as figuras 3.14 (a — d), incluindo orientações sobre coeficientes, raiz ou zero da função e posicionamento de gráficos. Essa explanação foi retomada no início da aula seguinte da sequência didática, antecedendo a aplicação das questões conceituais da metodologia IpC.

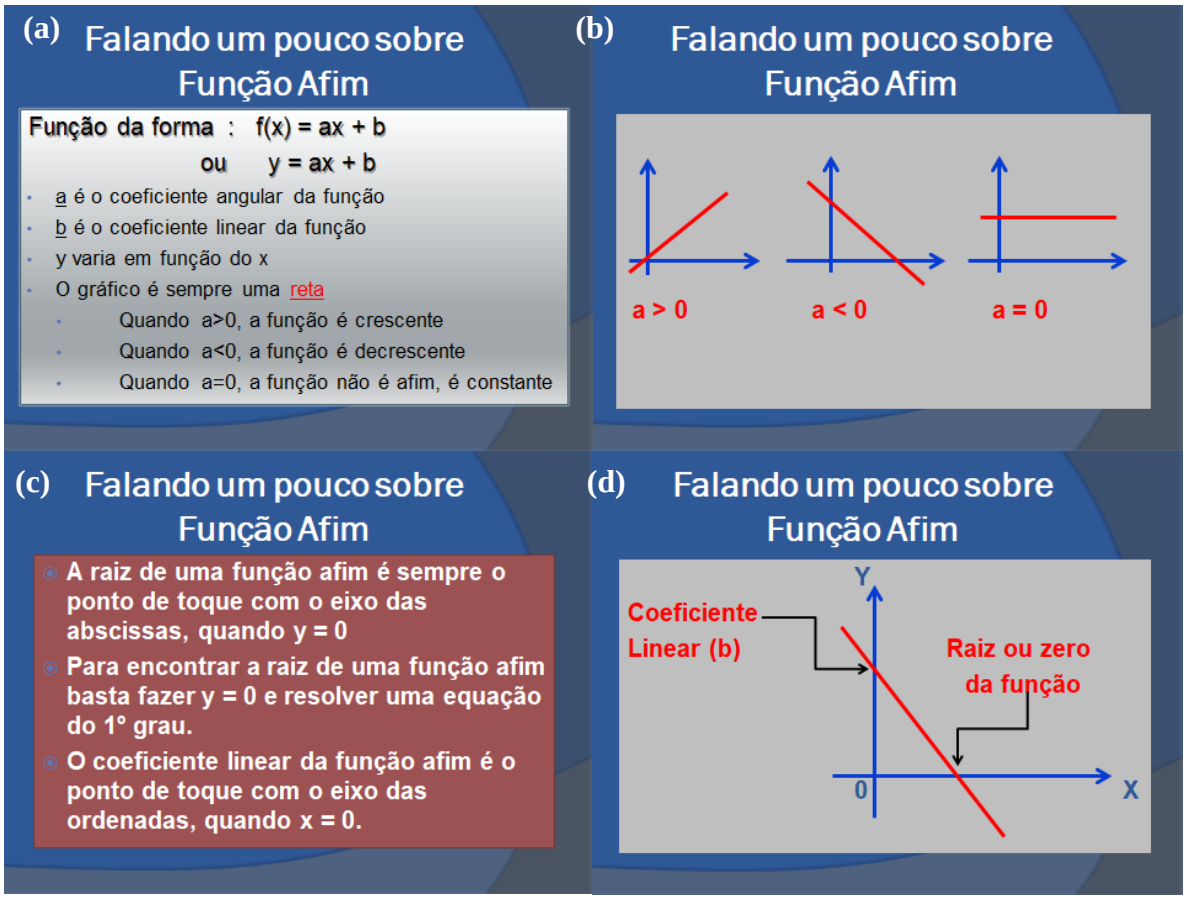


Figura 3.14: a) Definição de Funções afins; **b)** Gráficos de Funções afins**; c)** Orientações sobre Funções afins; **d)** Coeficientes de Funções afins. Fonte: Acervo pessoal [5]

[5] Apoio: Livro didático adotado para as turmas – Silveira (2015)

A filmagem a ser tratada pelo *Tracker* passa por ajustes antes da análise, como a delimitação do tempo de percurso a ser analisado, determinando seu início e seu fim, a criação de um referencial de medida de escala associada ao experimento real, o intervalo de tempo a ser utilizado, o ponto de massa, a marcação do eixo cartesiano, onde pontua-se todo o percurso delimitado a partir do deslocamento desse ponto de massa, conforme o objeto se mover na filmagem. A partir disso, é possível levantar avaliar os movimentos capturados por meio do programa e levantar questionamentos junto aos alunos sobre o que acontece com os pontos da trajetória capturada, como o gráfico se apresenta, se há proporcionalidade nos movimentos, entre outros. As tabelas associadas aos lançamentos podem ser copiadas e transportadas para o *software Excel*, com o intuito de descobrir a função referente a cada movimento.

Segundo Azevedo *et al.* (2000), "o experimento tem um papel importante como ponte de ligação entre os conteúdos que se quer ensinar e os conhecimentos e experiências que os alunos possuem, materializados através de suas interpretações." As associações derivadas da experimentação tendem a enriquecer a aula, aguçar a curiosidade e o questionamento por parte dos alunos, que serão instigados a produzir relatórios sobre a experiência ao final do trabalho proposto. Decorrente dessa análise, os alunos têm a oportunidade de associar o conceito e a construção da função descoberta por meio do *software* e concluir demais associações como a resolução de equações de primeiro grau, conteúdo prévio necessário para o entendimento e resolução do cálculo das funções afins e quadráticas e marcação de pontos no gráfico, necessária para a construção gráfica associada às funções.

Segundo Silveira (2015, p.60 e 71),

> quando relacionamos duas grandezas e para cada medida da primeira grandeza corresponde uma única medida da segunda grandeza, dizemos que a segunda grandeza é função da primeira [...] quando temos uma relação em que uma grandeza é função de outra, a correspondência entre cada valor de uma grandeza e cada valor de outra é expressa por uma lei de formação da função. [...] na resolução de equações de 2º grau, precisa-se estabelecer a equação que traduz o problema, resolvê-la e interpretar suas soluções.

A intenção é que o aluno se veja instigado a aprender funções, pois ele necessita dela para descobrir o que pretende dentro de uma vivência estabelecida por ele, através do experimento, e a partir de questionamentos sugeridos pelo docente, culminando com a construção das definições e encaminhamento das soluções de questões reais a partir da conclusão dos próprios alunos. Nesse sentido, a videoanálise pode fornecer um grande diferencial no trabalho realizado, em virtude de possibilitar a integração do aluno em aula e, em tempo real, promover a avaliação de seus experimentos.

De forma análoga, a quarta aula dupla da sequência didática foi destinada à realização e filmagem de experimentos associados à construção de funções quadráticas.

A segunda aula de experimentação foi destinada ao alcance da lei de formação de funções quadráticas a partir de experiências realizadas pelos próprios alunos. A primeira turma a receber o tratamento, de acordo com o horário oficial da escola, foi novamente a turma 2. Foram realizados 5 (cinco) experimentos, respectivamente, simulação de jogo de ping-pong, lançamento de bola em biboquê, carrinho de ferro em descida de rampa na prancha de videoanálise, bola de mouse em descida de rampa, lançamento de bola de borracha em queda livre (choque elástico). Cada um desses movimentos contou com a participação de três alunos novamente, sendo um para promover o movimento, outro posicionado para a filmagem do evento e o terceiro aluno responsável por fotografar a cena. Todo evento foi supervisionado pela docente, com orientações sobre o lançamento correto, posicionamento da câmera de filmagem do movimento de forma que a tela permanecesse vertical e o mais imóvel o quanto possível para posterior videoanálise. Dos cinco eventos promovidos, cada um deles contou com a participação de um trio diferente de forma a diversificar a participação e envolver o maior número de alunos das turmas participantes. Por sugestão da docente, aqueles alunos que não participaram efetivamente da primeira aula de experimentação, foram incentivados a uma participação mais acentuada nessa segunda aula de experimentação. Mesmo aqueles mais tímidos e retraídos foram incentivados à participação. É bem verdade que, mesmo sob insistência, poucos alunos se recusaram a uma participação efetiva das três turmas participantes e, nesse caso, foi respeitado o livre arbítrio dos mesmos. Independente disso, toda a turma acompanhou cada um dos passos de cada evento, sempre demonstrando interesse e acompanhando cada passo dos colegas. As turmas seguintes, 3 e 1, receberam tratamento semelhante. As figuras 3.15 — 3.19 apresentam o preparo desses movimentos.

O debate, incentivo e auxílio mútuo sempre estiveram presentes. Aqueles alunos que permaneciam na observação também se manifestavam por meio de ideias e orientações aos colegas com participação efetiva, com a preocupação de manterem o celular destinado a filmagem dos eventos sempre imóvel o quanto possível. Também ocorreram algumas tentativas de ensaio e erro, antes das filmagens, que foram aproveitadas para videoanálise posterior. Nos eventos de simulação de jogo de ping-pong e lançamento de bola em biboquê não foi possível utilizar a prancha de videoanálise. Nesse caso, para bastão de calibração foi utilizada a medida do comprimento do “tijolinho azul” na parede da sala de aula, com 23 cm de comprimento.

Figura 3.15: Imagem de movimento de bola de ping-pong, realizada por aluna voluntária. Foto de um aluno participante. Fonte: Acervo pessoal

Figura 3.16: Imagem de lançamento de bola em biboquê, realizada por aluna voluntária. Foto de um aluno participante. Fonte: Acervo pessoal

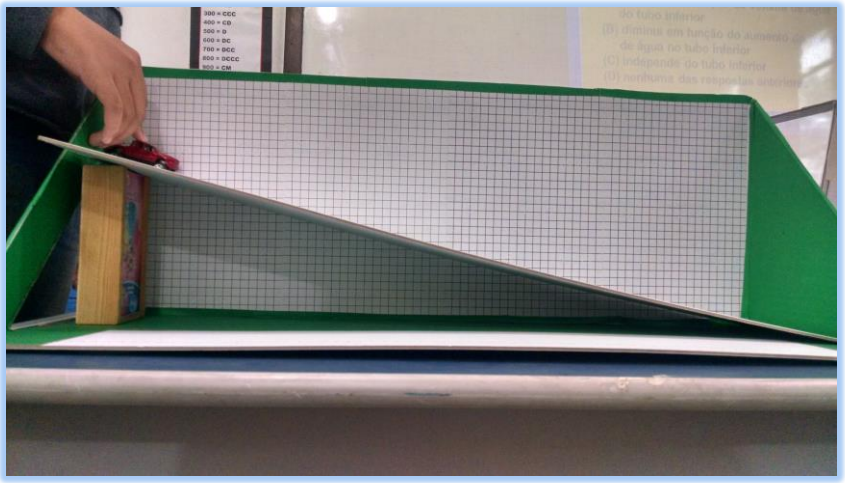


Figura 3.17: Imagem de movimento de carrinho de ferro descendo rampa, realizada por aluna voluntária. Foto de um aluno participante. Fonte: Acervo pessoal

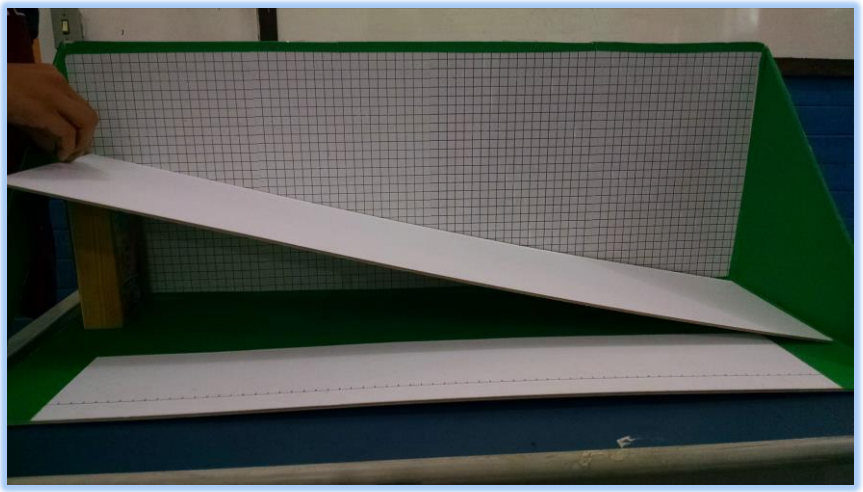


Figura 3.18: Imagem de preparo para movimento de bola de mouse descendo rampa, realizada por aluna voluntária. Foto de um aluno participante. Fonte: Acervo pessoal

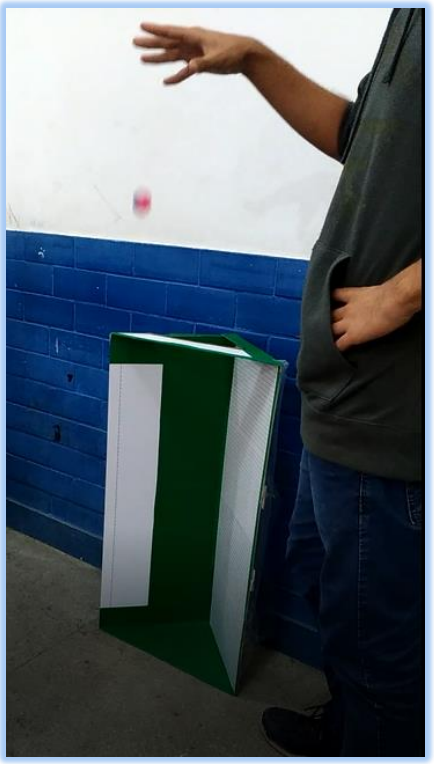


Figura 3.19: Imagem de videoanálise de movimento de bola de borracha em queda livre (choque elástico), realizada por aluna voluntária. Foto de um aluno participante. Fonte: Acervo pessoal

Encerrada a etapa de realização e filmagem dos eventos, a turma foi convidada a utilizar novamente o *software Tracker*, mas dessa vez para o trato de funções quadráticas. Com o apoio do *datashow*, a docente relembrou orientações básicas e, a partir de então, alunos participantes foram convidados a utilizar o *Tracker* a partir dos experimentos realizados e filmados por eles nessa segunda aula de experimentação. Dos cinco eventos

realizados, foram escolhidos dois em cada turma, a critério do aluno voluntário, para tratamento em videoanálise. A figura 3.20 apresenta o instantâneo de tela da videoanálise realizada por um desses alunos em experimento escolhido por ele, sob orientação da docente. Todo o tratamento foi acompanhado pela turma participante por meio da imagem projetada no *datashow*. Da mesma forma que na primeira aula de experimentação, as orientações foram sendo realizadas ao longo do processo, bem como questionamentos e dúvidas surgidas foram sendo discutidas e tratadas enquanto um dos alunos promovia o tratamento de videoanálise. Após o tratamento da videoanálise, a docente demonstrou no *software* livre *Tracker* e no *Excel* o acesso à lei de formação das funções quadráticas associadas às videoanálises realizadas.

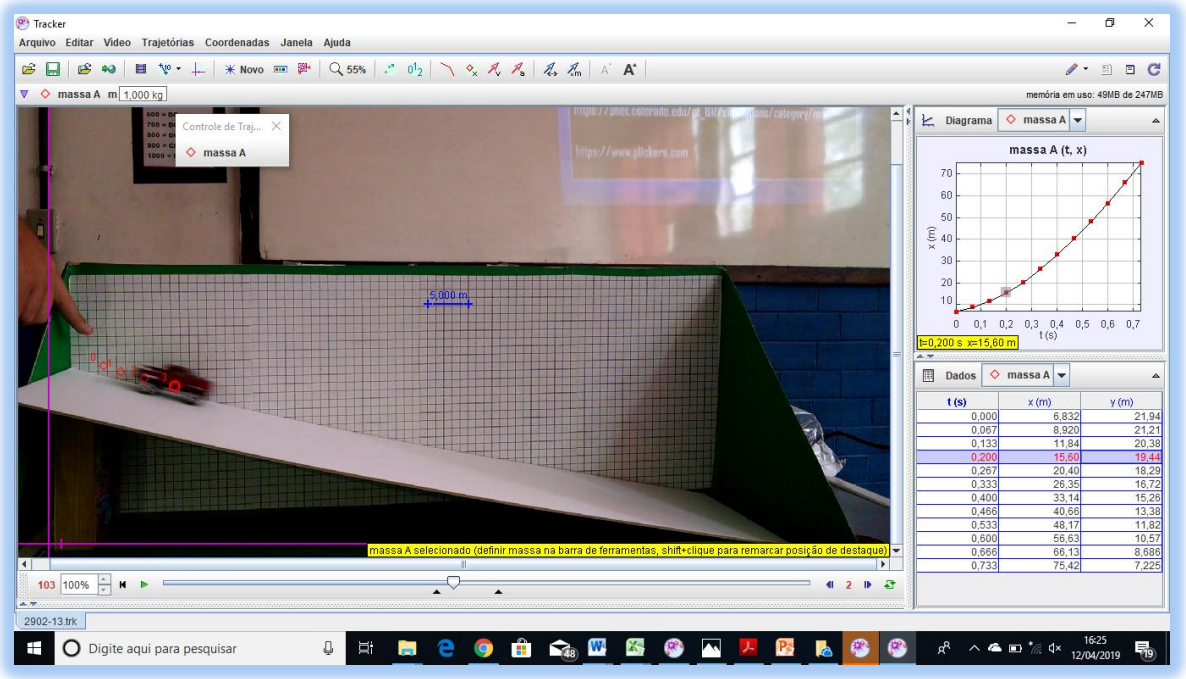


Figura 3.20: Instantâneo de tela do *software* livre *Tracker*. Videoanálise do movimento de carrinho descendo rampa realizada por aluno participante, sob orientação da docente. Fonte: Acervo pessoal

Ao final da aula de experimentação, a docente finalizou com conceitos básicos que embasam a construção da lei de formação de funções quadráticas, com uma breve explanação apoiada em imagens no *datashow*, conforme ilustram as figuras 3.21 (a — d), acrescentando com orientações sobre coeficientes, raízes da função, máximos e mínimos de parábolas, concavidade voltada para cima ou para baixo, de acordo com o sinal do coeficiente associado ao termo de segundo grau da lei de formação da função, bem como a influência do cálculo de equações de segundo grau, incluindo a natureza das raízes, para a construção dos gráficos associados a cada função. A explanação foi retomada no início da

aula seguinte da sequência didática, antecedendo a aplicação das questões conceituais da metodologia IpC.

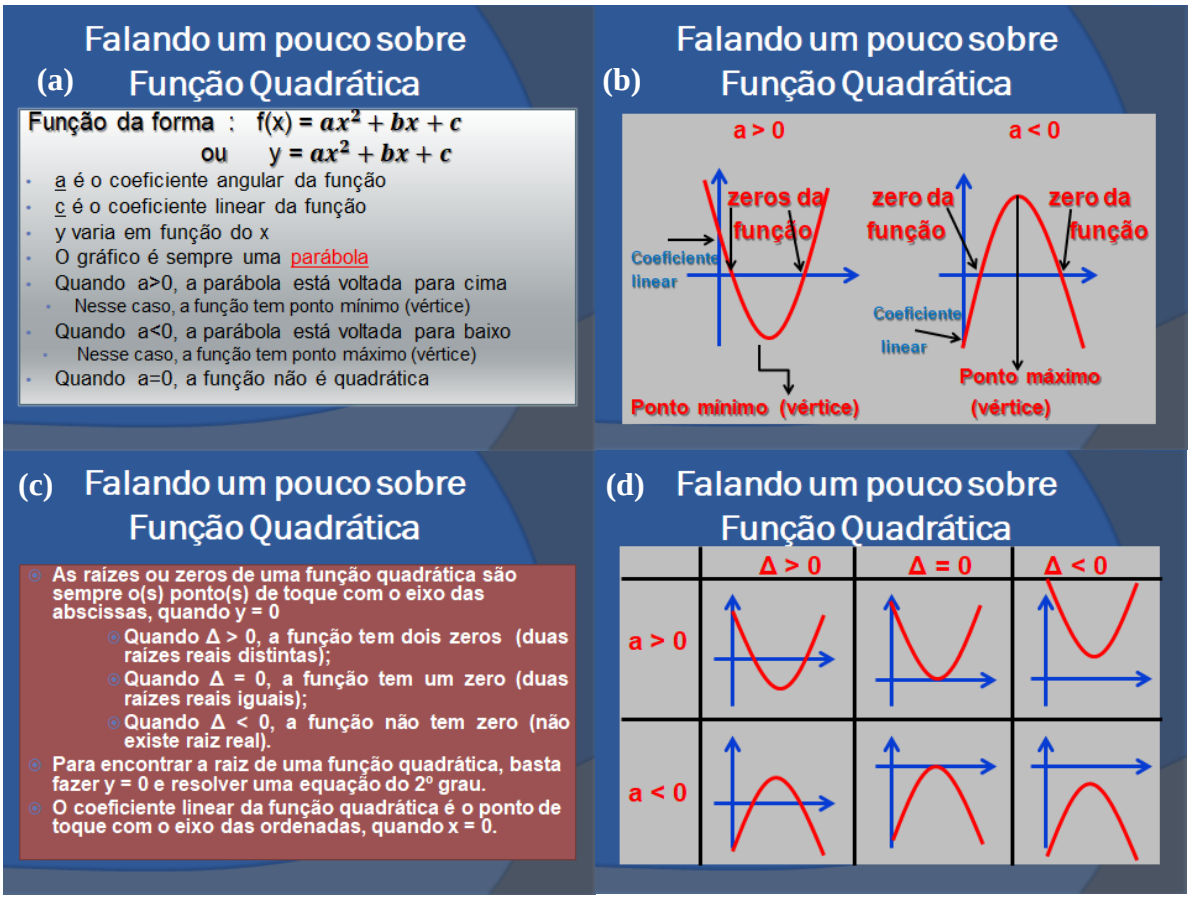


Figura 3.21: a) Definição de Funções quadráticas; **b)** Gráficos de Funções quadráticas; **c)** Orientações sobre Funções quadráticas; **d)** Posições Gráficas. Fonte: Acervo pessoal[6]

É importante lembrar que, para as aulas de aplicação da metodologia IpC, a docente completou extra classe as videoanálises de todos os experimentos realizados pelos alunos, uma vez que nas aulas de experimentação só houve tempo hábil para o trato de duas videanálises por turma em cada aula dupla de experimentação e, ao todo, foram realizados seis experimentos associados à função afim e cinco experimentos associados à função quadrática em cada turma. As videoanálises, com respectivas associações no *software Excel*, de todos os experimentos realizados e filmados pelos alunos foram fundamentais para embasar os questionamentos votados por meio dos cartões *Plickers*, na aplicação da metodologia IpC constante da sequência didática, conforme apresentamos adiante.

Os *links* de todas as videoanálises realizadas ao longo da sequência didática se encontram no Apêndice.

[6] Apoio: Livro didático adotado para as turmas – Silveira (2015)

3.4 A METODOLOGIA IpC E A APLICAÇÃO DOS TESTES CONCEITUAIS

Na primeira aula dupla, destinada à introdução da metodologia, os alunos participaram de votações de testes conceituais envolvendo conteúdos prévios para conhecimento e familiarização com a metodologia IpC. Os cartões fornecidos pelo aplicativo *plickers.com* foram distribuídos pela docente aos alunos, onde cada um tomou posse de uma numeração específica para uso em toda a sequência didática. Os testes conceituais votados pelo corpo discente na primeira aula da sequência didática estão discriminados no primeiro quadro do Apêndice. Nessa aplicação, não foram desenvolvidos pós-testes diferenciados dos pré-testes. Para que o corpo discente conhecesse e desenvolvesse a metodologia, em questões votadas na porcentagem x, com 30% < x < 70%, os pós-testes foram tratados com as mesmas questões introduzidas em pré-testes, pois o objetivo maior era de aprender a utilizar os cartões e entender a metodologia adotada por toda a sequência didática.

Com o apoio do *datashow*, a docente apresentou também o *software* livre *Tracker*, fornecendo orientações básicas para o seu uso e, baseando-se em dois eventos filmados e tratados em videoanálise previamente por ela, conforme figuras 3.22 e 3.23, incluiu algumas questões para votação pelo *Plickers* associadas aos gráficos apresentados no *Tracker* envolvendo questões prévias como eixos, quadrantes, pares ordenados e tipo de movimento, além de primeiras impressões sobre o *software*.

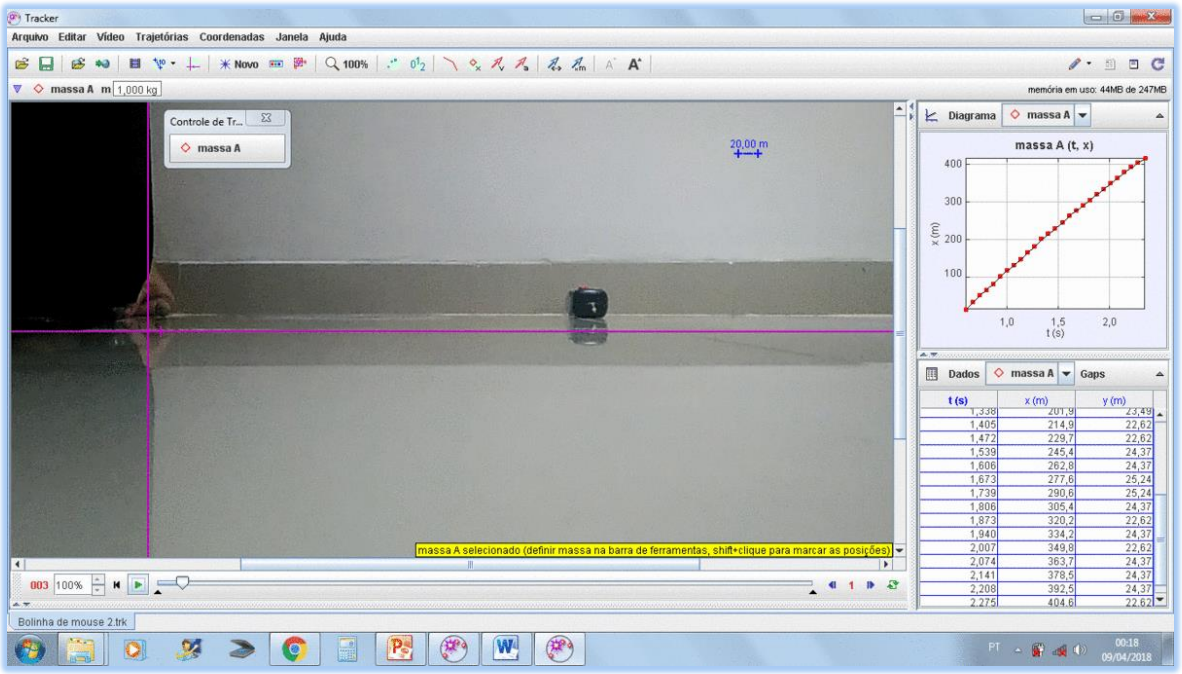


Figura 3.22: Instantâneo de tela do *software* livre *Tracker*. Videoanálise de experimento prévio realizado pela autora. Fonte: Acervo pessoal

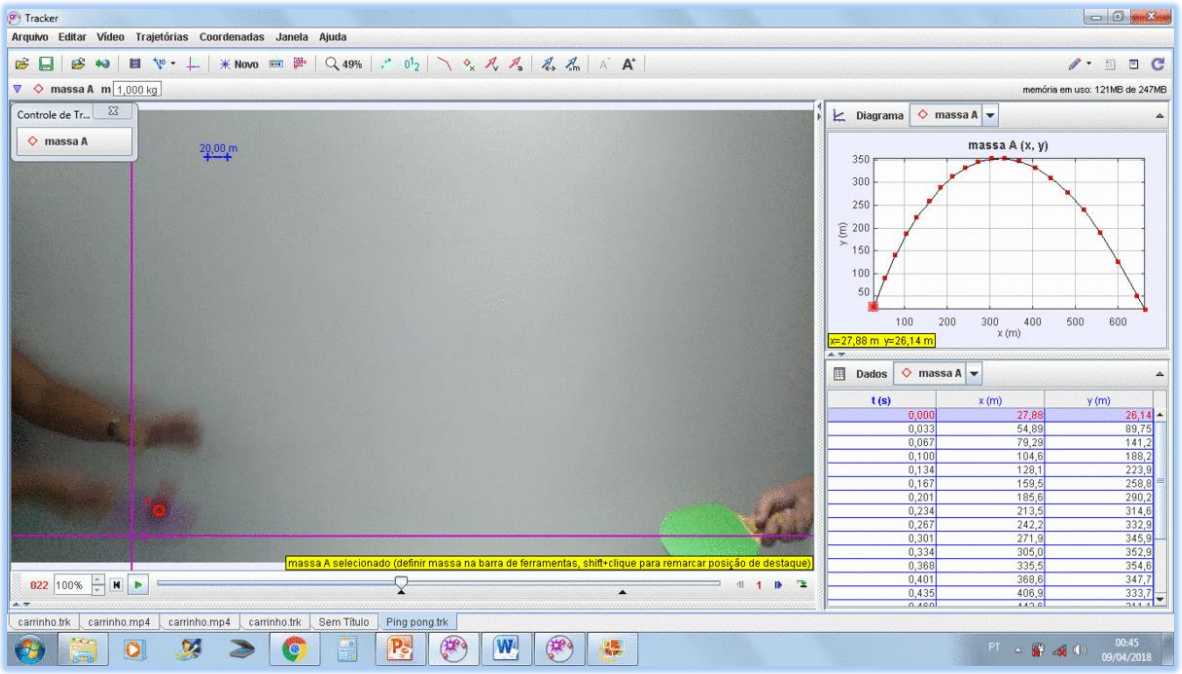


Figura 3.23: Instantâneo de tela do *software* livre *Tracker*. Videoanálise de experimento prévio realizado pela autora. Fonte: Acervo pessoal

Em virtude da segunda e quarta aula dupla terem sido destinadas à experimentação e videoanálise, a metodologia IpC foi aplicada, além da aula de introdução à metodologia, na terceira e quinta aulas duplas, intercalando com as aulas de experimentação, e na sexta e última aula dupla, como conclusão da sequência didática, envolvendo nessa última questões sobre as duas funções experimentadas (afins e quadráticas).

A terceira aula dupla, segunda aula de aplicação do IpC, foi baseada em 10 questionamentos objetivos associados às videoanálises promovidas com base nas experimentações realizadas na segunda aula, que foi destinada à experimentação. Cada questão foi baseada em uma breve explanação com apresentação de videoanálise de algum dos experimentos realizados na segunda aula dupla. A figura 3.24 apresenta o instantâneo de tela da videoanálise do experimento de rolagem da bolinha de borracha na prancha de videoanálise e a figura 3.25 apresenta o instantâneo de tela do gráfico em *Excel* e respectiva lei de formação da função associada à videoanálise específica. Da mesma forma, foram apresentadas as videoanálises e respectivos gráficos em *Excel* dos experimentos com a bolinha de mouse, carrinho de fricção e carrinho com lançador.

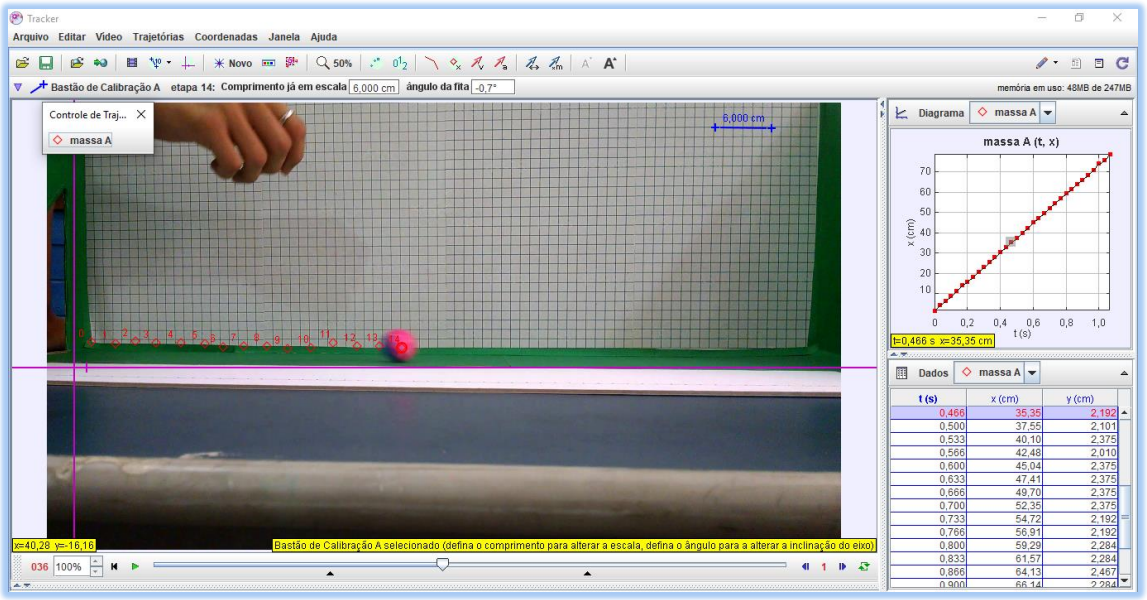


Figura 3.24: Instantâneo de tela do *software* livre *Tracker*. Videoanálise de experimento de rolagem da bola de borracha promovido e filmado por alunos. Fonte: Acervo pessoal

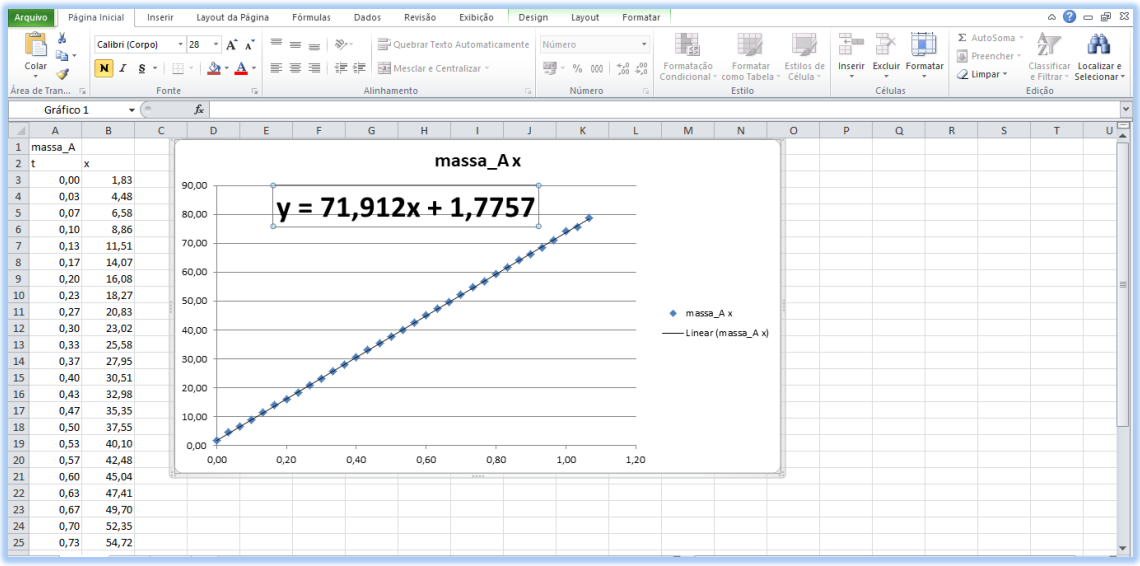


Figura 3.25: Instantâneo de tela do *software Excel*. Gráfico de experimento de rolagem de bola de borracha promovido e filmado por alunos. Fonte: Acervo pessoal

As videoanálises e imagens dos gráficos foram apresentadas com breve explanação antecedendo cada questionamento e votação. As questões de 7 a 10 focaram nas videoanálises da queda de peças de dominó e do tubo de água, também antecedidas de breve explanação.

Foram abordadas questões como proporcionalidade, linearidade do gráfico associado ao movimento de objetos, lei de formação de funções afins associadas, coeficientes de funções, funções constante, crescente e decrescente, além do reforço de conceitos na construção de gráficos como eixos, pares ordenados e relação entre coordenadas cartesianas.

A quinta aula dupla, terceira aula de aplicação do IpC, foi baseada igualmente em 10 questionamentos objetivos associados às videoanálises promovidas com base nas experimentações realizadas na quarta aula da sequência didática e segunda aula destinada à experimentação. Cada questão foi baseada em uma breve explanação com apresentação de videoanálise de algum dos experimentos realizados na quarta aula dupla. A figura 3.26 apresenta o instantâneo de tela da videoanálise do experimento de simulação de jogo de ping pong e a figura 3.27 apresenta o instantâneo de tela do gráfico em *Excel* e respectiva lei de formação da função associada à videoanálise específica.

Da mesma forma, foram apresentadas as videoanálises e respectivos gráficos em *Excel* dos experimentos com o lançamento de bola no biboquê. As questões de 5 a 7 focaram nas videoanálises da descida de um carrinho de ferro e de uma bolinha de mouse em uma rampa inclinada apoiada na prancha de videoanálise e da queda livre de uma bola de borracha com efeito "choque elástico". As questões de 8 a 10 intercalaram os cinco experimentos em comparação. As videoanálises e imagens dos gráficos foram apresentadas também com breve explanação antecedendo cada questionamento e votação.

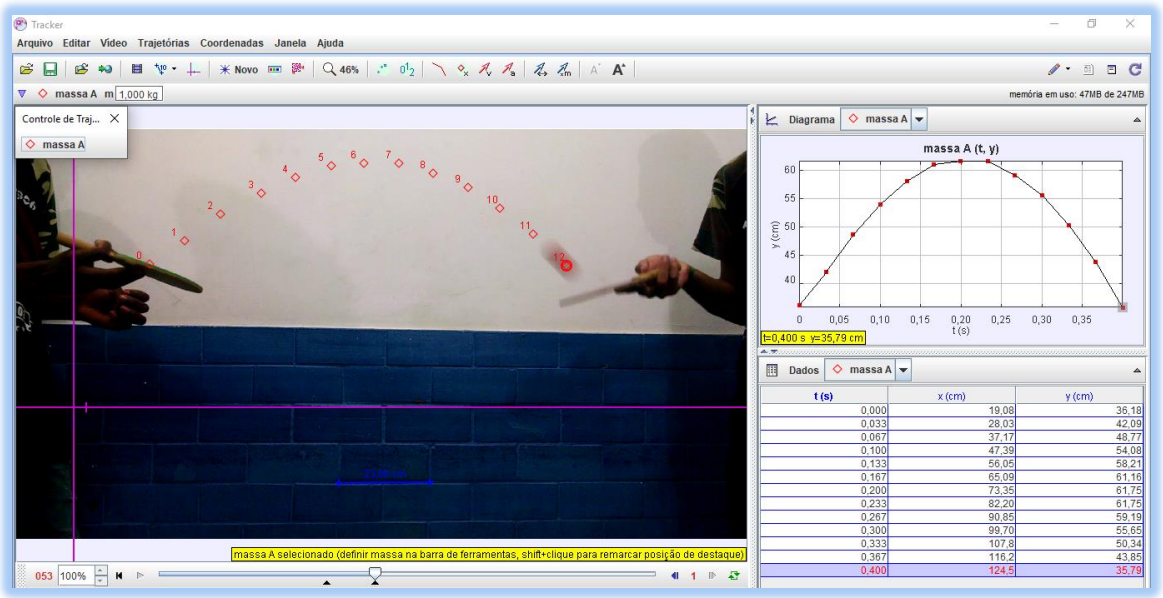


Figura 3.26: Instantâneo de tela do *software* livre *Tracker*. Videoanálise de experimento de simulação jogo de ping pong promovido e filmado por alunos. Fonte: Acervo pessoal.

Foram abordadas questões como regularidade na construção da curva associada à movimentos de objetos, lei de formação de funções quadráticas, coeficientes de funções, gráfico de uma função quadrática (parábola), concavidade, máximo e mínimo de uma parábola, além do reforço de conceitos na construção de gráficos como eixos, pares ordenados e relação entre coordenadas cartesianas.

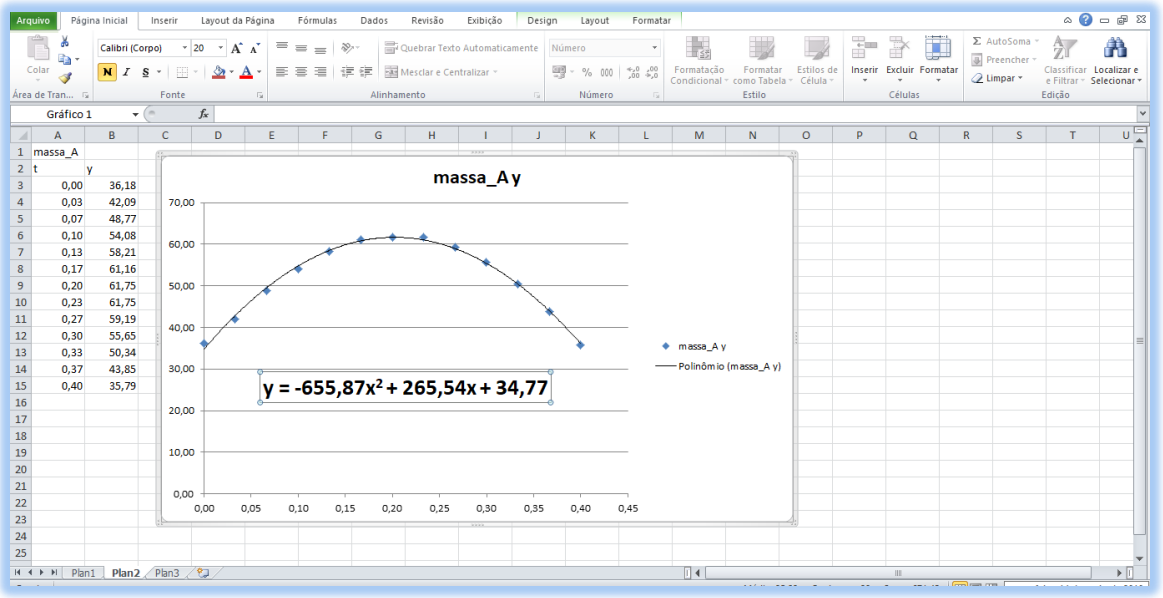


Figura 3.27: Instantâneo de tela do *software Excel*. Gráfico de experimento da simulação de jogo de ping pong promovido e filmado por alunos. Fonte: Acervo pessoal.

A sexta e última aula dupla da sequência didática também tratou de questionamentos pela metodologia IpC, com o uso dos cartões *Plickers*, envolvendo as videoanálises e debates que envolveram a definição das funções afim e quadrática ao longo do processo. A última etapa contou com a votação de 10 questões de múltipla escolha, onde recordaram funções afins e funções quadráticas. O encerramento contou também com uma avaliação individual de cada aluno participante a cerca da sequência didática desenvolvida, com a explanação em linhas gerais da opinião de cada um deles.

Os quadros que trazem todas as questões citadas neste capítulo encontram-se no Apêndice, incluindo os pré-testes e pós-testes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As três turmas participaram da sequência didática demonstrando interesse e curiosidade. Entre todos os pré-testes conceituais adotados no tratamento, alguns deles necessitaram de intervenção por discussão entre pares, sendo seguidos de pós-testes conceituais com textos distintos dos pré-testes, exceto na primeira aula de aplicação da metodologia. Enquanto era realizada a atividade, os alunos pontuavam e comentavam cada etapa do experimento. Seus apontamentos geraram debates e seus registros tomaram forma de notas de aula a respeito do conceito aprendido envolvendo os conceitos físicos de movimento retilíneo uniforme (MRU) e uniformemente variado (MUV), associados às construções matemáticas respectivas de Funções Afins e Quadráticas e suas leis de formação.

O dados capturados em função da resposta aos questionários por meio do *Plickers* na aplicação da metodologia IpC, receberam análise estatística pelo método de "Ganho de *Hake*".

4.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA PELO GANHO DE *HAKE*

O ganho de *Hake* é calculado pela razão descrita na equação 4.1 e corresponde à melhora de pontuação do aluno em um teste padrão, que leva em consideração os resultados obtidos no pré-teste e pós-teste.

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

Equação 4.1: Equação para cálculo de Ganho de *Hake*.

O numerador está relacionado com o ganho efetivo obtido pelo aluno nos resultados do pré-teste e pós-teste, enquanto no denominador estará o desempenho máximo que poderá ser alcançado. Os valores estão entre 0 e 1 (0% e 100%), sendo que quanto maiores os valores, mais acentuado foi a melhora do desempenho do aluno.

Segundo Hake (1998), podemos definir o ganho normalizado em três classes:

1) considera-se ganho baixo os cálculos que apresentam valores de $g < 0{,}30$ (abaixo de 30%);
2) considera-se ganho médio os cálculos que apresentam valores dentro do intervalo $0{,}30 < g < 0{,}70$ (entre 30% e 70%);

3) considera-se ganho alto os cálculos de g em que seus ganhos alcançam valores maiores que 0,70 (maior que 70%);
4) valores negativos correspondem a perdas e não a ganhos.

O ganho de *Hake* também pode ser entendido como cálculo com os dados dos Testes Conceituais. Nesse caso, o numerador da Equação 4.1 será determinado pela diferença entre a porcentagem de acertos após e antes da discussão entre os colegas. O denominador corresponde, portanto, a máxima melhora na porcentagem de acertos para a questão conceitual.

De acordo com Mazur (2015), turmas *Peer Instruction* (IpC) devem apresentar g > 0,36, e o valor médio do ganho está entre 0,10 < *g* < 0,20 para classes submetidas a métodos tradicionais.

Os testes conceituais utilizados neste estudo, que entraram em discussão por pares, mostraram, em sua maioria, um ganho de *Hake* superior a 0,36. O quadro 4.1 apresenta as questões onde a votação dos pré-testes se enquadrou entre 30% e 70% de acertos, distribuídas por turma participante. Nesses casos, segundo a metodologia IpC, é necessário nova breve explanação e votação de pós-testes conceituais. Os valores constantes do quadro 4.1 para "g" foram retirados dos dados presentes nas tabelas e gráficos do Apêndice.

Quadro 4.1 – Cálculos de Ganho de *Hake*

TURMA 1			TURMA 2			TURMA 3		
Q10	0,3	GANHO *HAKE*	AULA	QUESTÃO	GANHO *HAKE*	AULA	QUESTÃO	GANHO *HAKE*
Aula 1 IpC	Q2	1	Aula 1 IpC	Q1	1	Aula 1 IpC	Q1	0,45
	Q14	0,3		Q4	1		Q4	0,43
Aula 2IpC	Q1	0,86		Q5	0,8		Q7	0,13
	Q5	0,79		Q7	0,29		Q8	0,14
	Q7	0,5		Q8	0,86		Q10	1
	Q8	0,64		Q10	0,9		Q12	1
Aula 3 IpC	Q6	0,45	Aula 2 IpC	Q3	0,33		Q14	0,64
	Q7	0,75		Q7	0,71	Aula 2 IpC	Q2	0,71
Aula 4 IpC	Q3	0,22		Q9	0,3		Q6	0,77
	Q7	-0,9	Aula 3 IpC	Q6	0,57	Aula 3 IpC	Q1	1
	Q8	0,83					Q8	0,75
			Aula 4 IpC	Q3	1	Aula 4 IpC	Q3	0,6
				Q8	0,81		Q8	0,6
Média Ganho de Hake		0,5	Média Ganho de Hake		0,7	Média Ganho de Hake		0,7

Analisando os dados obtidos, de acordo com Mazur (2015), verificamos que na turma 1 houve, na aplicação dos pós-testes, ganho superior a 0,36 em 9 das 11 questões votadas após a discussão entre pares, correspondendo a 81% das votações, e em uma das

questões não houve perda do ganho de *Hake* ($g < 0$), correspondendo a 9%. Já na turma 2, observamos uma perda em uma das aplicações de pós-testes e ganho superior a 0,36 em 9 das 12 questões votadas após discussão entre pares, correspondendo a 75% das votações. E na turma 3, apenas 2 questões entre as 13 votadas ficaram com ganho abaixo de 0,36, correspondendo a 85% das votações com ganho superior a 0,36.

Analisando os dados, de acordo com *Hake* (1998), observamos na turma 1 que em uma questão houve ganho baixo ($g <0,3$), em 4 questões houve ganho médio ($0,3 < g < 0,7$) e em 6 questões houve ganho alto ($g >0,7$). Já na turma 2, houve ganho baixo em uma questão, ganho médio em 3 questões e ganho alto em 7 questões. E na turma 3, apenas 2 questões apresentaram ganho baixo, 5 questões apresentaram ganho médio e 6 questões apresentaram ganho alto.

4.2. ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MÉTODO IpC SOB O DELINEAMENTO QE

Fazendo um paralelo entre os dados obtidos pela Metodologia IpC com a análise de QE de série temporal, apresentamos a seguir os quadros de análises dessas intervenções por turma e por dia letivo da sequência didática na qual a metodologia IpC foi implementada. Vamos considerar as videoanálises dos experimentos promovidos e filmados pelos alunos nas aulas duplas 2 e 4 da sequência didática como instrumento embasador para o tratamento entre pré-testes e pós-testes aplicados pela metodologia IpC. A discussão entre pares, indicada por Mazur para votações no intervalo de acertos entre 30% e 70%, será considerada como a intervenção de tratamento propriamente dita a ser analisada pelo delineamento QE.

O delineamento QE estuda o comportamento da aplicação da pesquisa e a variação de incidência de intervenções (discussão entre pares). Dessa forma, os quadros apresentados adiante vão indicar essa incidência em cada turma participante, distribuídas nas votações realizadas nas aulas duplas 1, 3, 5 e 6 da sequência didática, a fim de comparar a evolução dessas votações mediante o tratamento, bem como diagnosticar possível contribuição da videoanálise na redução do tratamento em virtude do aumento de significância e entendimento de conceitos por parte dos alunos envolvidos, contribuindo para melhora percentual ou não nas votações de pré-testes.

A discussão entre pares, além da contribuição da videanálise, é analisada à luz do delineamento QE com relação ao seu efeito em aumento ou não do percentual de votações dos pós-testes em relação aos pré-testes conceituais associados.

Na sequência didática estudada temos a metodologia IpC associada a intervenções por videoanálise de experimentos. O efeito é o percentual de acertos em votações de pré e pós-testes. A causa é a videoanálise de experimentos embasando questionamentos para votações em pré-testes conceituais e os pós-testes posteriores à discussão entre pares. A videoanálise de experimentos entra como variável independente (VI) e as votações de pré e pós-testes conceituais entram como as variáveis dependentes (VD) da presente pesquisa.

A lógica dos QE está em não realizar a distribuição aleatória, porém possuir os mesmos propósitos e atributos estruturais dos experimentos. No experimento puro as explicações alternativas tornam-se pouco plausíveis porque o delineamento assegura que essas explicações estejam distribuídas aleatoriamente nas condições. No delineamento QE, como não é feita distribuição aleatória, são usados outros princípios para mostrar que explicações alternativas são plausíveis ou que a opção adotada é mais adequada ao público participante da pesquisa. Esse desenho tem mérito quando existem conhecimentos específicos sobre como a variável dependente se comporta (ou vem se comportando). A ausência de um grupo controle dificulta o diagnóstico se o efeito ocorreria ou não sem o tratamento, mas a questão ética é preservada, uma vez que, no nosso entendimento, todas as turmas de alunos envolvidos no processo investigado, deveriam ser contempladas com a experiência da videoanálise.

Para que as inferências sejam válidas sobre o efeito do tratamento (percentual de acertos), é preciso que o efeito seja significativo sobre a VD. O objetivo é mostrar que os resultados aumentam na presença e diminuem na ausência de um dado tratamento. Usado apenas quando os efeitos do tratamento se dissipam mediante a sua remoção. O relacionamento entre alunos e a discussão entre pares, em mesma linguagem, propiciando votações de pós-testes, entram como explicações alternativas onde cada medida pós-teste refere-se a um construto diferente que será comparado aos padrões de efeitos (percentual de acertos nas votações) geradas por diferentes causas possíveis (videoanálises) .

O tamanho da amostra vai interferir no poder estatístico dos testes. A aplicação do pré e do pós pelas mesmas pessoas pode reduzir a validade de construto, mas a sequência do tratamento vai indicar sua contribuição no comportamento da pesquisa. Sendo o tratamento identificado como a intervenção por discussão pelos pares, precedendo a votação de pós-testes (OTP), onde a introdução do tratamento (I) de acordo com os resultados (OT) apresentados, entendemos que as aplicações do tratamento vão evoluir enquanto diminuírem suas incidências, indicando que a instrução pelos colegas associadas ao entendimento das

videoanálises abordadas podem contribuir para um melhor entendimento de conceitos.

Os quadros 4.2 — 4.5 demonstram as séries temporais analisadas na turma 1, respectivamente, associados à primeira, segunda, terceira e quarta aula de aplicação do IpC. Na aula de introdução, onde foram tratadas questões prévias, foram necessárias 2 intervenções das 14 abordadas, enquanto que na segunda aula, baseada na videoanálise de experimentos associados às funções afins, já foram necessárias 4 intervenções entre as 10 abordadas. Com relação às questões da terceira aula de aplicação da metodologia IpC, baseadas na videoanálise de experimentos associados às funções quadráticas, apenas duas intervenções foram necessárias, onde a turma demonstrou facilidade em responder a maioria das questões abordadas. A quarta aula de aplicação da metodologia IpC e sexta da sequência didática, trouxe 3 intervenções das 10 abordadas.

Quadro 4.2 – Turma 1 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Introdução

OT_1 OT_2 **I** $\mathbf{OTP_2}$ OT_3 OT_4 OT_5 OT_6 OT_7 OT_8 OT_9 OT_{10} OT_{11} OT_{12} OT_{13} OT_{14} **I** $\mathbf{OTP_{14}}$

Legenda: O – observação de votações; T_α – pré-testes conceituais; TP_α – pós-testes conceituais; I – intervenções (discussão entre pares); $\propto \in Z/1 \leq \propto \leq 14$

Quadro 4.3 – Turma 1 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Funções Afins

OT_1 **I** $\mathbf{OTP_1}$ OT_2 OT_3 OT_4 OT_5 **I** $\mathbf{OTP_5}$ OT_6 OT_7 **I** $\mathbf{OTP_7}$ OT_8 **I** $\mathbf{OTP_8}$ OT_9 OT_{10}

Legenda: O – observação de votações; T_α – pré-testes conceituais; TP_α – pós-testes conceituais; I – intervenções (discussão entre pares); $\propto \in Z/1 \leq \propto \leq 10$

Quadro 4.4 – Turma 1 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Funções Quadráticas

OT_1 OT_2 OT_3 OT_4 OT_5 OT_6 **I** $\mathbf{OTP_6}$ OT_7 **I** $\mathbf{OTP_7}$ OT_8 OT_9 OT_{10}

Legenda: O – observação de votações; T_α – pré-testes conceituais; TP_α – pós-testes conceituais; I – intervenções (discussão entre pares); $\propto \in Z/1 \leq \propto \leq 10$

Quadro 4.5 – Turma 1 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Conclusão

OT_1 OT_2 OT_3 **I** $\mathbf{OTP_3}$ OT_4 OT_5 OT_6 OT_7 **I** $\mathbf{OTP_7}$ OT_8 **I** $\mathbf{OTP_8}$ OT_9 OT_{10}

Legenda: O – observação de votações; T_α – pré-testes conceituais; TP_α – pós-testes conceituais; I – intervenções (discussão entre pares); $\propto \in Z/1 \leq \propto \leq 10$

A figura 4.1 apresenta o gráfico comparativo das votações de pré-testes e pós-testes onde ocorreram as intervenções. Em 11 das 44 votações em pré-testes ocorreram intervenções de discussão entre pares e votações de pós-testes, totalizando 25%. Em 10 intervenções o percentual das votações dos pós-testes superou o percentual dos pré-testes. Em um deles (Q5 da sexta aula dupla) o percentual de votação do pós-teste foi menor do que na votação do pré-teste.

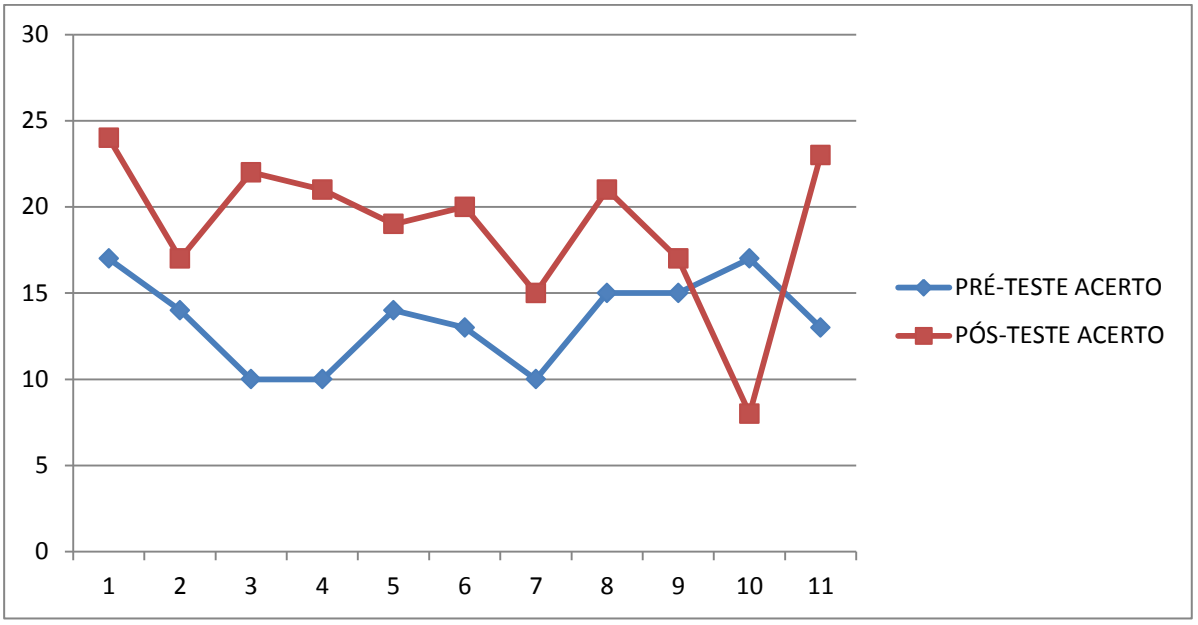


Figura 4.1 – Turma 1 – Gráfico comparativo das questões com incidência de pós-testes
Legenda: Eixo vertical: quantidade de acertos em votações; Eixo horizontal: observações de votações OTPs (incidência de pós-testes) de série temporal constantes, respectivamente, dos quadros 4.2 a 4.5.

Os quadros 4.6 — 4.9 demonstram as séries temporais analisadas na turma 2, respectivamente, associados à primeira, segunda, terceira e quarta aula de aplicação do IpC. Na aula de introdução, diferente da primeira turma, foram necessárias 6 intervenções das 14 abordadas, enquanto que na segunda aula foram necessárias apenas 3 intervenções entre as 10 abordadas. A turma também demonstrou facilidade em responder a maioria das questões abordadas na terceira aula de aplicação da metodologia IpC, onde houve apenas uma intervenção. A quarta aula de aplicação da metodologia IpC trouxe 2 intervenções das 10 abordadas.

Quadro 4.6 – Turma 2 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Introdução

OT_1 **I** **OTP_1** OT_2 OT_3 OT_4 **I** **OTP_4** OT_5 **I** **OTP_5** OT_6 OT_7 **I** **OTP_7** OT_8 **I** **OTP_8** OT_9 OT_{10} **I** **OTP_{10}** OT_{11} OT_{12} OT_{13} OT_{14}

Legenda: O – observação de votações; T_α – pré-testes conceituais; TP_α – pós-testes conceituais; I – intervenções (discussão entre pares); $\propto \in Z/1 \leq \propto \leq 14$

Quadro 4.7 – Turma 2 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Funções Afins

OT_1 OT_2 OT_3 **I** **OTP_1** OT_4 OT_5 OT_6 OT_7 **I** **OTP_7** OT_8 OT_9 **I** **OTP_8** OT_{10}

Legenda: O – observação de votações; T_α – pré-testes conceituais; TP_α – pós-testes conceituais; I – intervenções (discussão entre pares); $\propto \in Z/1 \leq \propto \leq 10$

Quadro 4.8 – Turma 2 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Funções Quadráticas

OT_1 OT_2 OT_3 OT_4 OT_5 OT_6 **I** **OTP_6** OT_7 OT_8 OT_9 OT_{10}

Legenda: O – observação de votações; T_α – pré-testes conceituais; TP_α – pós-testes conceituais; I – intervenções (discussão entre pares); $\propto \in Z/1 \leq \propto \leq 10$

Quadro 4.9 – Turma 2 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Conclusão

OT_1 OT_2 OT_3 **I** **OTP_3** OT_4 OT_5 OT_6 OT_7 OT_8 **I** **OTP_8** OT_9 OT_{10}

Legenda: O – observação de votações; T_α – pré-testes conceituais; TP_α – pós-testes conceituais; I – intervenções (discussão entre pares); $\propto \in Z/1 \leq \propto \leq 10$

A figura 4.2 apresenta o gráfico comparativo das votações de pré-testes e pós-testes onde ocorreram as intervenções. Em 12 das 44 votações em pré-testes ocorreram intervenções de discussão entre pares e votações de pós-testes, alcançando 27% do total de votações. Em 12 intervenções o percentual das votações dos pós-testes superou o percentual dos pré-testes. Em apenas um deles (Q1 da sexta aula dupla) o percentual de votação do pós-teste foi menor do que na votação do pré-teste.

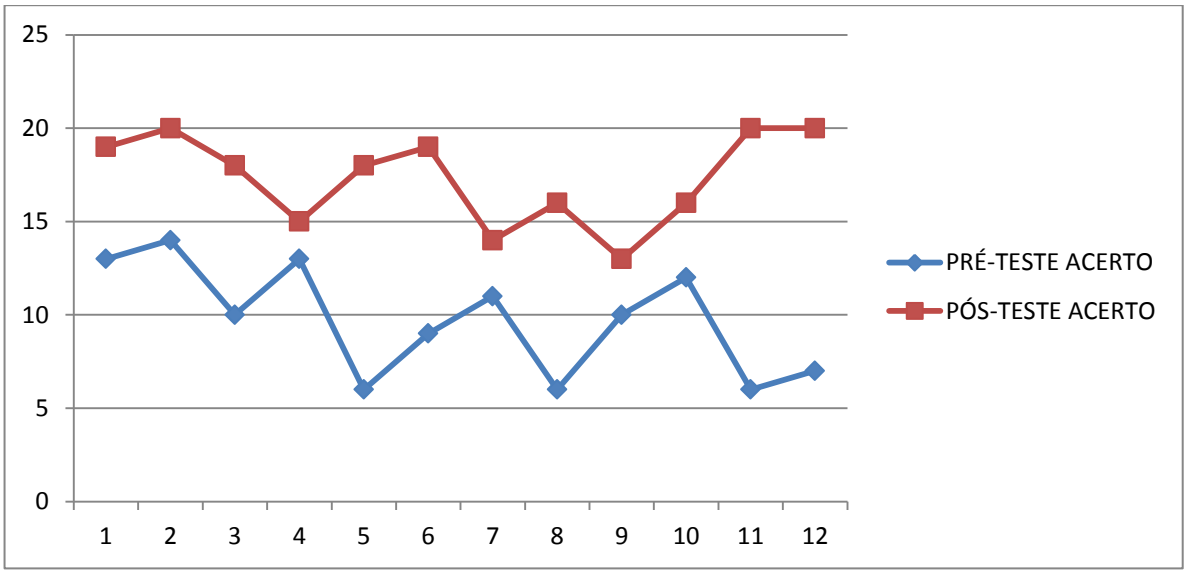


Figura 4.2 – Turma 2 – Gráfico comparativo das questões com incidência de pós-testes
Legenda: Eixo vertical: quantidade de acertos em votações; Eixo horizontal: observações de votações OTPs (incidência de pós-testes) de série temporal constantes, respectivamente, dos quadros 4.6 a 4.9.

Os quadros 4.10 — 4.13 demonstram as séries temporais analisadas na turma 3, respectivamente, associados à primeira, segunda, terceira e quarta aula de aplicação do IpC. Na aula de introdução, semelhante à segunda turma, foram necessárias 7 intervenções das 14 abordadas, enquanto que na segunda aula foram necessárias apenas 2 intervenções entre as 10 abordadas. A turma também demonstrou facilidade em responder a maioria das questões abordadas na terceira aula de aplicação da metodologia IpC, onde houve apenas 2 intervenções. A quarta aula de aplicação da metodologia IpC trouxe, igualmente à segunda turma, 3 intervenções das 12 abordadas.

Quadro 4.10 – Turma 3 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Introdução

OT_1 **I** **OTP_1** OT_2 OT_3 OT_4 **I** **OTP_4** OT_5 OT_6 OT_7 **I** **OTP_7** OT_8 **I** **OTP_8** OT_9 OT_{10} **I** **OTP_{10}** OT_{11} OT_{12} **I** **OTP_{12}** OT_{13} OT_{14} **I** **OTP_{14}**

Legenda: O – observação de votações; T_α – pré-testes conceituais; TP_α – pós-testes conceituais; I – intervenções (discussão entre pares); $\propto \in Z/1 \leq \propto \leq 14$

Quadro 4.11 – Turma 3 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Funções Afins

OT_1 OT_2 **I** **OTP_2** OT_3 OT_4 OT_5 OT_6 **I** **OTP_6** OT_7 OT_8 OT_9 OT_{10}

Legenda: O – observação de votações; T_α – pré-testes conceituais; TP_α – pós-testes conceituais; I – intervenções (discussão entre pares); $\propto \in Z/1 \leq \propto \leq 10$

Quadro 4.12 – Turma 3 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Funções Quadráticas

OT_1 **I** **OTP_1** OT_2 OT_3 OT_4 OT_5 OT_6 OT_7 OT_8 **I** **OTP_8** OT_9 OT_{10}

Legenda: O – observação de votações; T_α – pré-testes conceituais; TP_α – pós-testes conceituais; I – intervenções (discussão entre pares); $\propto \in Z/1 \leq \propto \leq 10$

Quadro 4.13 – Turma 3 – Análise de Quase-experimentos em série temporal – Conclusão

OT_1 **I** **OTP_1** OT_2 OT_3 **I** **OTP_3** OT_4 OT_5 OT_6 OT_7 OT_8 OT_9 **I** **OTP_9** OT_{10} OT_{11} OT_{12}

Legenda: O – observação de votações; T_α – pré-testes conceituais; TP_α – pós-testes conceituais; I – intervenções (discussão entre pares); $\propto \in Z/1 \leq \propto \leq 10$

A figura 4.3 apresenta o gráfico comparativo das votações de pré-testes e pós-testes onde ocorreram as intervenções. Em 13 das 44 votações em pré-testes ocorreram intervenções de discussão entre pares e votações de pós-testes, aproximando-se de 30%. Em todas as intervenções o percentual das votações dos pós-testes superou o percentual dos pré-testes.

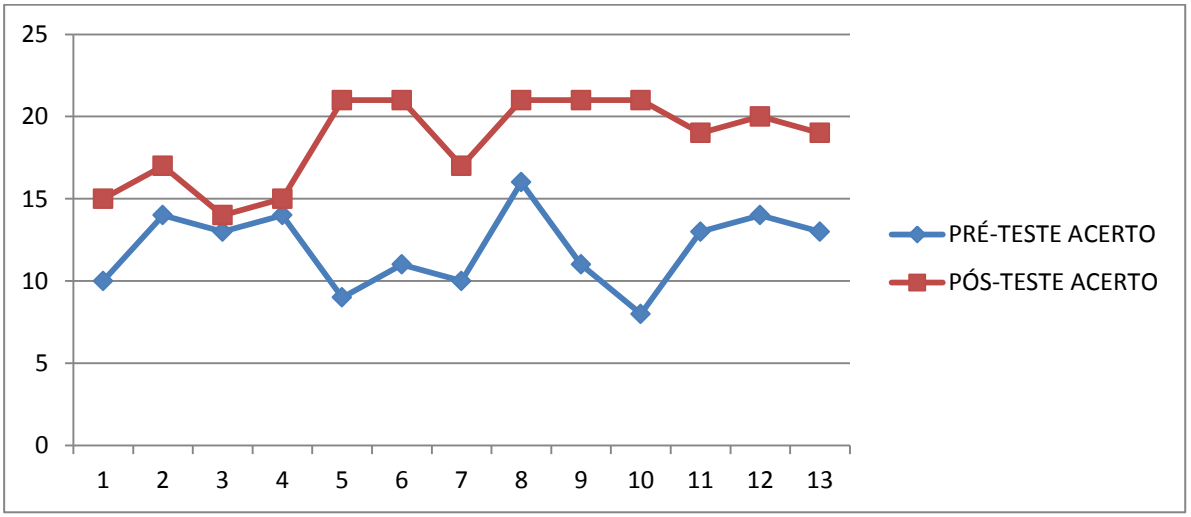


Figura 4.3 – Turma 3 – Gráfico comparativo das questões com incidência de pós-testes
Legenda: Eixo vertical: quantidade de acertos em votações; Eixo horizontal: observações de votações OTPs (incidência de pós-testes) de série temporal constantes, respectivamente, dos quadros 4.10 a 4.13.

De acordo com Dutra e Reis (2016, p. 2235), "o desenho de série de tempo

interrompida envolve um único grupo. Nesse caso, o fenômeno de interesse é medido ao longo do tempo e em algum momento é inserida a intervenção. O uso de um período amplo para coleta de dados visa minimizar ameaças à validade dos dados e efeitos de história (tendência temporal)". Na pesquisa em questão, o grupo analisado, distribuído em três turmas, recebeu o mesmo tratamento e as intervenções, isto é, as interrupções realizadas nas turmas pelos pós-testes, em virtude do diagnóstico fornecido nas votações por meio do *plickers*.com que atendiam ao intervalo de 30% a 70% de acertos, desenharam a série temporal de cada turma ao longo da sequência didática.

4.3. AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DESENVOLVIDA

Entendemos que as associações derivadas da experimentação enriqueceram a aula, aguçando a curiosidade e o questionamento por parte dos alunos. Em sua grande maioria, a avaliação foi positiva da experiência em sala de aula, por despertar a vontade de entender a Matemática de forma concreta.

Nas três turmas envolvidas na pesquisa, observamos que, após as experimentações e respectivas videoanálises, foram apresentadas votações mais satisfatórias e com poucas intervenções de pós-testes. Acreditamos que lidar com o concreto e fazer uma associação posterior ao experimento pode fornecer significado ao aluno diretamente envolvido no processo, estabelecendo conexões que podem favorecer a conclusões e desenho das definições de conceitos. A aula de introdução demonstrou uma certa dificuldade em comparação com as aulas subsequentes. Acreditamos que a novidade do processo e a aprendizagem de como se daria a sequência, incluindo o uso das placas e o entendimento das questões antes das votações, pode ter contribuído para um desempenho com mais intervenções.

Por outro lado, as videoanálises que embasaram os questionamentos votados nas aulas seguintes, demonstraram facilitar o entendimento de uma maioria, onde as votações superaram os 70% de acertos em mais da metade das questões abordadas em cada aula dupla. Entendemos, dessa forma, que pode ter validade a proposta em questão para a análise em QE de série temporal, por fornecer uma visão ampla quando associada à análise estatística, pois o efeito e a incidência das intervenções se associa ao entendimento e interesse dos sujeitos envolvidos, oriundo das experimentações, onde as razões para a realização de um estudo QE decorrem da natureza do estudo ou do perfil dos sujeitos. Por se tratar de amostra envolvendo alunos de Ensino Fundamental, o rigor das experimentações não foi uma exigência. O cuidado

com a filmagem de experimentos para a promoção de videoanálise satisfatória foi um ponto importante e de atenção dos alunos, pois sabiam que não podiam movimentar o celular responsável pela captura do evento e que o mesmo deveria ter sua tela em posicionamento vertical em relação ao solo. O trato por parte dos alunos com relação aos experimentos foi de atenção e responsabilidade e, para fins de construção do conceito de funções, foi suficiente o resultado apresentado por eles.

Cabe citar a questão Q7 da última aula de aplicação da metodologia IpC, constante do Apêndice, onde foi diagnosticado perda no ganho de *Hake* no tratamento na turma 1. A questão Q7 tratou da definição e diferenças entre funções crescentes, decrescentes e constantes, a partir da lei de formação de função obtida por meio de uma videoanálise de experimento. A turma 1 não apresentou melhora no percentual entre as votações de pré e pós-testes, ao contrário, demonstrou confusão no entendimento, implicando no resultado. Entendemos que, nesse caso, houve desvio no método IpC e o objetivo não foi alcançado. As votações indicadas pelo print do *Plickers.com* nas figuras 4.4 a), 4.4 b), demonstram, respectivamente, o comportamento das respostas em pré e pós-testes da turmas 1 nesta questão.

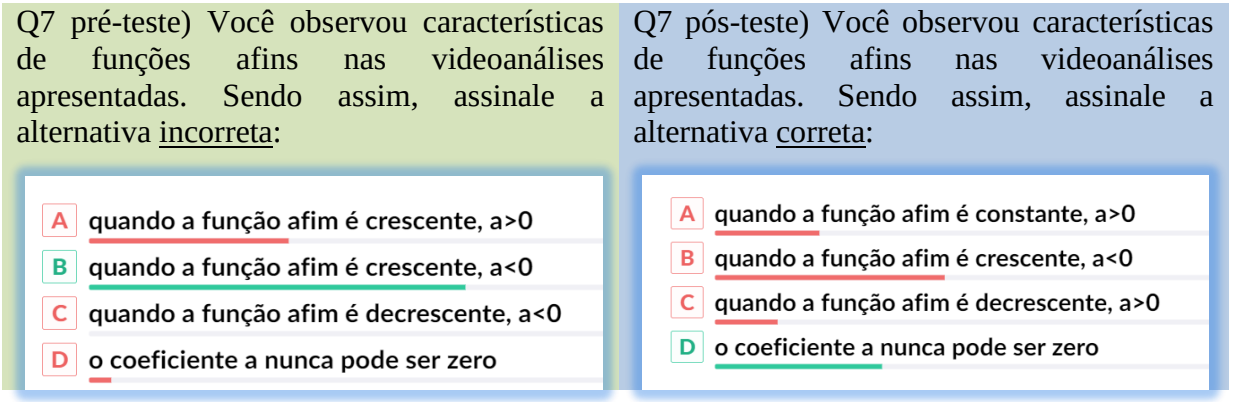


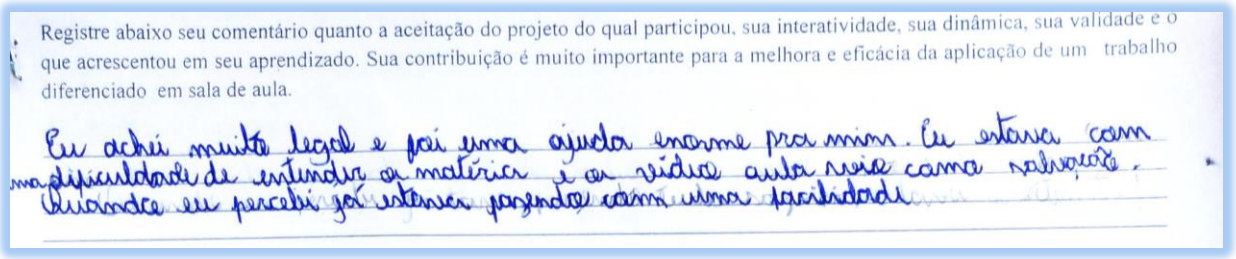
Figura 4.4 a) Votação pré-teste da questão Q7 da sexta aula dupla pela turma 1
b) Votação pré-teste da questão Q7 da sexta aula dupla pela turma 1

Observamos também em outras questões, onde a discussão pelos pares e votações pós-testes ocorreram, percentuais baixos de ganho de *Hake*, mantendo a faixa entre 30 e 70%, indicando que as incertezas permaneciam por parte dos alunos. Para reduzir desvios como esses, questões mais aprofundadas com atividades numéricas e apoio de livro didático (SILVEIRA, 2015) foram utilizados nos dias letivos subsequentes à aplicação da sequência didática de forma a aprofundar os conceitos construídos por meio da sequência aplicada, de forma a sanar dificuldades apresentadas como nesta questão.

Todas as outras aplicações foram analisadas com o objetivo de atualizar e melhorar o produto educacional, a ser posteriormente utilizado e adequado a outros professores de áreas afins, segundo as respectivas necessidades sem caráter definitivo. O produto final poderá ser aprimorado a partir de novas aplicações tanto pela autora como por professores de áreas afins que se destinem a sua aplicação, visando eventuais ajustes e correções.

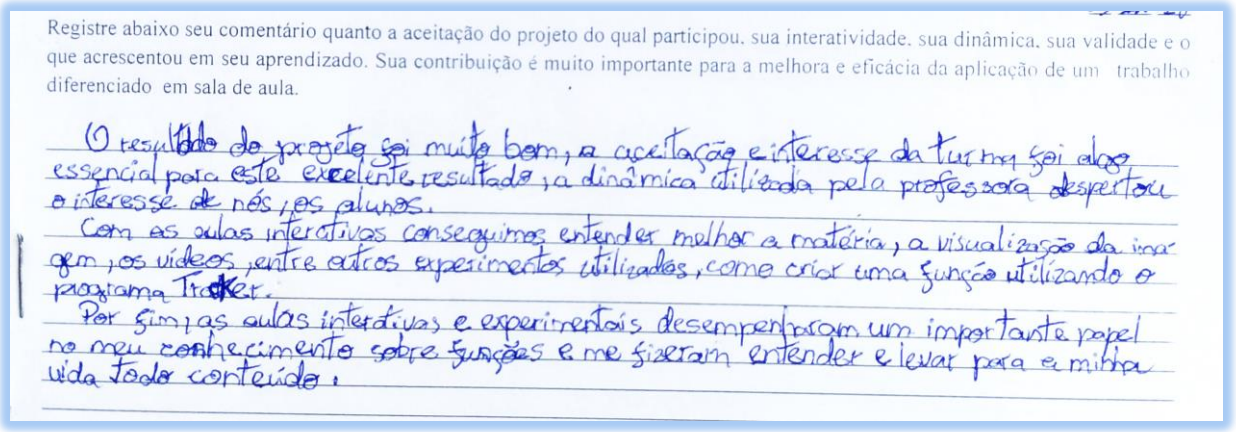
4.3.1. **Alguns depoimentos dos participantes**

Ao final das aulas da sequência didática, foi sugerido pela docente aos alunos participantes que registrassem em poucas palavras a opinião sobre o projeto desenvolvido. Em sua maioria, os alunos se dispuseram a participar desta etapa com seu depoimento. Citamos abaixo, nas figuras 4.5 — 4.9, alguns deles.


Registre abaixo seu comentário quanto a aceitação do projeto do qual participou, sua interatividade, sua dinâmica, sua validade e o que acrescentou em seu aprendizado. Sua contribuição é muito importante para a melhora e eficácia da aplicação de um trabalho diferenciado em sala de aula.

Eu achei muito legal e foi uma ajuda enorme pra mim. Eu estava com a dificuldade de entender a matéria e a vídeo aula veio como solução. Durante eu percebi, já estava gostando com uma facilidade

Figura 4.5 – Imagem do depoimento de uma aluna da turma 1

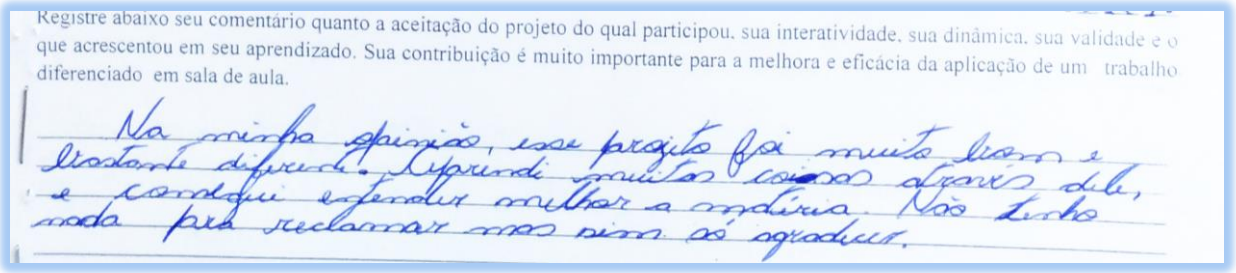

Registre abaixo seu comentário quanto a aceitação do projeto do qual participou, sua interatividade, sua dinâmica, sua validade e o que acrescentou em seu aprendizado. Sua contribuição é muito importante para a melhora e eficácia da aplicação de um trabalho diferenciado em sala de aula.

O resultado do projeto foi muito bom, a aceitação e interesse da turma foi algo essencial para este excelente resultado, a dinâmica utilizada pela professora despertou o interesse de nós, os alunos.

Com as aulas interativas conseguimos entender melhor a matéria, a visualização da imagem, os vídeos, entre outros experimentos utilizados, como criar uma função utilizando o programa Tracker.

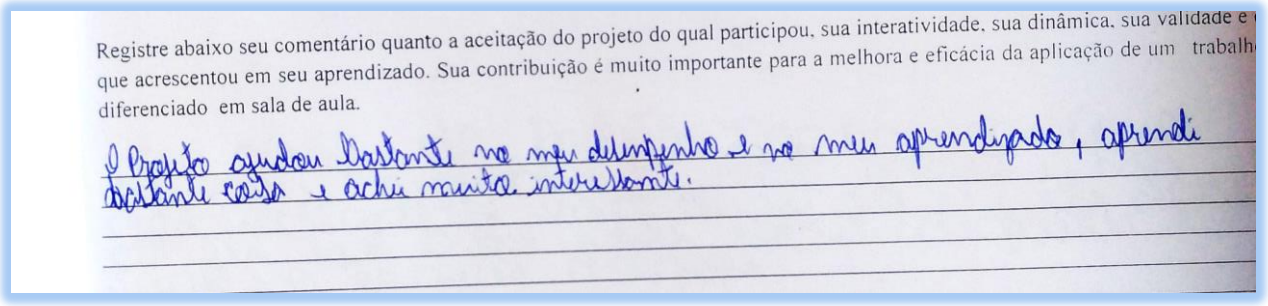
Por fim, as aulas interativas e experimentais desempenharam um importante papel no meu conhecimento sobre funções e me fizeram entender e levar para a minha vida todo conteúdo.

Figura 4.6 – Imagem do depoimento de um aluno da turma 2


Registre abaixo seu comentário quanto a aceitação do projeto do qual participou, sua interatividade, sua dinâmica, sua validade e o que acrescentou em seu aprendizado. Sua contribuição é muito importante para a melhora e eficácia da aplicação de um trabalho diferenciado em sala de aula.

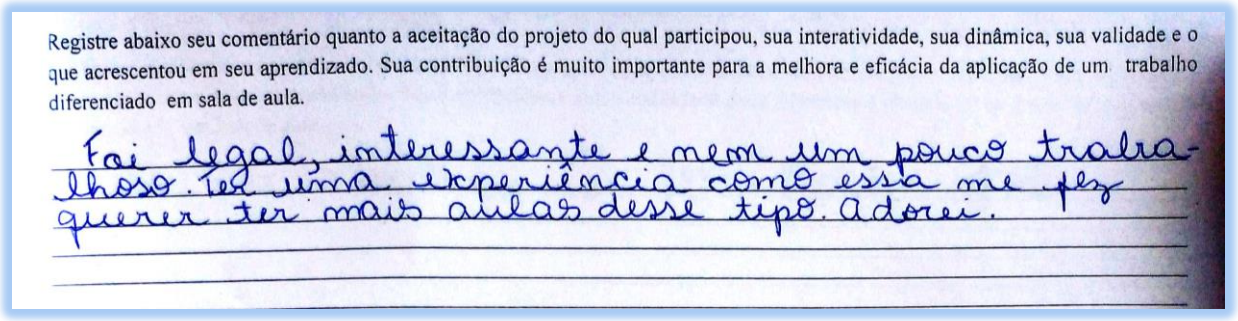
Na minha opinião, esse projeto foi muito bom e bastante diferente. Aprendi muitas coisas através dele, e consegui entender melhor a matéria. Não tenho nada pra reclamar mas sim só agradecer.

Figura 4.7 – Imagem do depoimento de um aluno da turma 3


Registre abaixo seu comentário quanto a aceitação do projeto do qual participou, sua interatividade, sua dinâmica, sua validade e o que acrescentou em seu aprendizado. Sua contribuição é muito importante para a melhora e eficácia da aplicação de um trabalho diferenciado em sala de aula.

O Projeto ajudou bastante no meu desempenho e no meu aprendizado, aprendi bastante coisa e achei muito interessante.

Figura 4.8 – Imagem do depoimento de uma aluna da turma 2


Registre abaixo seu comentário quanto a aceitação do projeto do qual participou, sua interatividade, sua dinâmica, sua validade e o que acrescentou em seu aprendizado. Sua contribuição é muito importante para a melhora e eficácia da aplicação de um trabalho diferenciado em sala de aula.

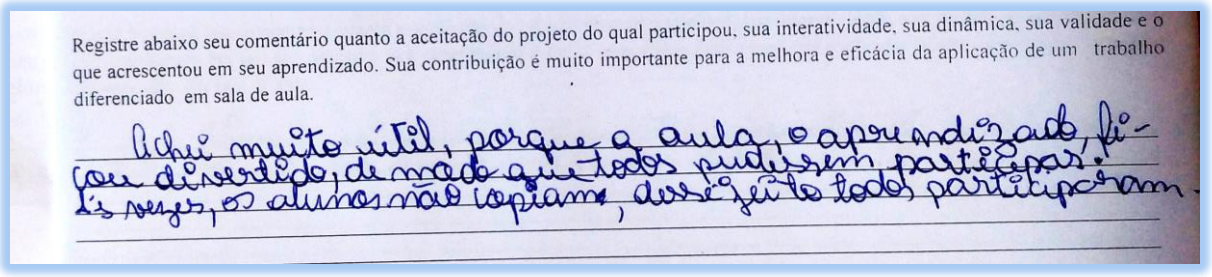
Foi legal, interessante e nem um pouco trabalhoso. Ter uma experiência como essa me fez querer ter mais aulas desse tipo. Adorei.

Figura 4.9 – Imagem do depoimento de um aluno da turma 2

O relato, como apresentado por algumas citações, foi de aceitação de um modo geral, mas cabe lembrar que aulas posteriores com exercícios de aprofundamento são necessárias. A presente pesquisa introduz o tema, mas não se debruça em exercícios numéricos. O objetivo se limita ao entendimento para construção do conceito de funções. As turmas participantes do projeto tiveram acesso a exercícios extras após a sequência didática apresentada aqui.

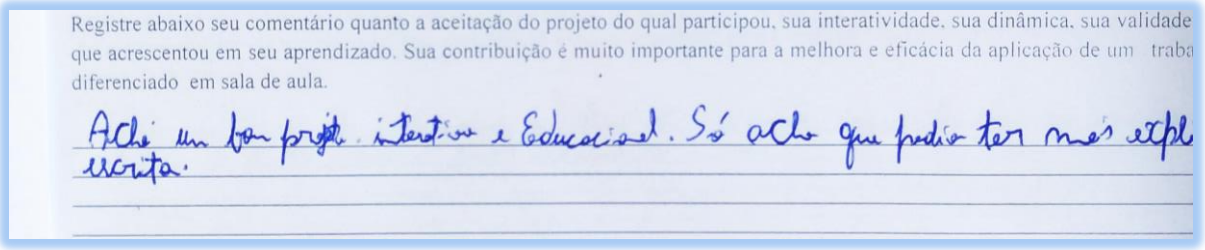
Vale lembrar que a diversidade em sala de aula possibilita muitas respostas e situações distintas. Há alunos que, mesmo diante de situações diferenciadas em sala de aula, insistem em não se envolverem ou não se interessarem. A impressão que tivemos ao longo da aplicação da sequência didática é de que esse problema foi minimizado ao passo que todos os participantes precisavam estar atentos aos questionamentos, pois os mesmos precisavam votar em tempo real, diferente de aulas expositivas, onde muitas vezes alunos apresentam desinteresse e total ausência em participação. A votação em tempo real chamava a todos para a participação, incluindo mesmo aqueles insistentes na ausência. A figura 4.10 traz um depoimento que cita essa questão. Por outro lado, alguns alunos se posicionaram saudosos do quadro (lousa), com listas de exercícios para resolver, ao longo da aplicação da sequência. São pontos interessantes a serem pensados e discutidos. A prática da cópia do quadro confronta com a novidade de uma experimentação e de aulas com apoio de *datashow*. Para alguns

alunos, somente o “quadro cheio” se remete a “aulas de verdade”. Alguns depoimentos demonstraram isso, conforme ilustram as figuras 4.10 — 4.12. Mesmo com os avanços nos debates e nas trocas realizadas nas discussões entre pares antes de votações de pós-testes, alguns relatos verbais ou por escrito demonstraram essa preocupação.


Registre abaixo seu comentário quanto a aceitação do projeto do qual participou, sua interatividade, sua dinâmica, sua validade e o que acrescentou em seu aprendizado. Sua contribuição é muito importante para a melhora e eficácia da aplicação de um trabalho diferenciado em sala de aula.

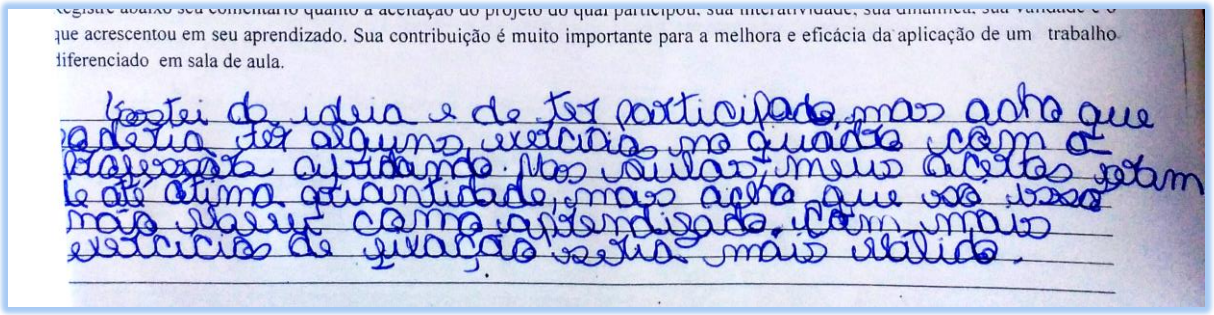
Achei muito útil, porque a aula, o aprendizado, fi-
cou divertido, de modo que todos pudessem participar.
Às vezes, os alunos não copiam, desse jeito todos participaram.

Figura 4.10 – Imagem do depoimento de um aluno da turma 2


Registre abaixo seu comentário quanto a aceitação do projeto do qual participou, sua interatividade, sua dinâmica, sua validade que acrescentou em seu aprendizado. Sua contribuição é muito importante para a melhora e eficácia da aplicação de um traba diferenciado em sala de aula.

Achei um bom projeto interativo e Educacional. Só acho que podia ter mais expl
escrita.

Figura 4.11 – Imagem do depoimento de um aluno da turma 2


que acrescentou em seu aprendizado. Sua contribuição é muito importante para a melhora e eficácia da aplicação de um trabalho diferenciado em sala de aula.

Gostei da ideia e de ter participado, mas acho que
poderia ter alguns exercícios no quadro com a
professora ajudando. Nas aulas, meus acertos foram
de até ótima quantidade, mas acho que só isso
não vale como aprendizado. Com mais
exercícios de fixação seria mais válido.

Figura 4.12 – Imagem do depoimento de uma aluna da turma 3

A abordagem experimental associada à prática de metodologia ativa traz para o aluno, pela nossa impressão, uma certa quebra de paradigma, por levá-lo a entender a sala de aula de uma outra forma, abrindo caminho para outras possibilidades. Cabe ao docente lidar com as negativas e afirmativas da mesma forma, pois ambas vão contribuir para reflexão e melhora da prática, sendo de grande importância identificar o posicionamento dos alunos diante de uma realidade que faz parte do seu cotidiano. Entendemos, dessa forma, que a presente pesquisa trouxe muitas ideias para estudos e aplicações futuras, na busca de inovação e melhora na qualidade de ensino.

5. OS PRODUTOS EDUCACIONAIS

Os materiais instrucionais didático pedagógicos desenvolvidos neste estudo foram elaborados de forma a levar ao público de destino a sequência didática abordada na pesquisa, com todas as informações necessárias à sua divulgação e aplicação. Foram construídos ao longo do processo dois produtos educacionais que entendemos pertinentes e necessários ao foco do trabalho.

O primeiro produto educacional é oferecido em forma de livro para professores da áreas afins, fornecendo embasamento inicial para entendimento da proposta, discriminando o passo a passo do desenvolvimento da sequência didática, incluindo sugestões de atuação, a apresentação e orientações de uso do *software* livre *Tracker* e da metodologia IpC, bem como os testes conceituais utilizados na pesquisa. Também são apresentados no apêndice do livro alguns *links* de videoanálise utilizados durante a sequência didática, bem como orientações básicas para início de tratamento de vídeos, de forma a dar um embasamento preliminar a novos usuários da prática.

O segundo produto educacional construído é apresentado como um tutorial detalhado, voltado aos tipos de eventos realizados ao longo da sequência didática, com o intuito de preparar o novo usuário a iniciar o tratamento de videoanálise, com o passo a passo ilustrado que discrimina desde a instalação do *software* livre *Tracker* até o alcance da lei de formação de funções afins e quadráticas com a utilização, em complemento, do *software Excel,* partindo de pequenos experimentos realizados em sala de aula. Também são apresentadas algumas orientações adicionais, em complemento ao roteiro de tratamento.

Para a elaboração dos produtos foi necessário o cumprimento de algumas etapas descritas abaixo:

- seleção dos tópicos de introdução às funções afins e quadráticas, contidos no Currículo Básico para os alunos do 9º do EF;
- pesquisa sobre o *software* livre *Tracker*, *software Excel* e objetos a serem utilizados em experimentações, levando em conta a facilidade de manuseio pelos alunos e grau de atratividade;
- construção de Prancha de Videoanálise a ser utilizada nas aulas de experimentação;
- seleção e elaboração dos Testes conceituais pertinentes do Roteiro de Atividades da sequência didática;

- criação do Roteiro de aplicação da sequência didática, baseado na metodologia IpC, buscando desenvolver as competências e habilidades nos sujeitos envolvidos;
- aquisição de *datashow* próprio para utilização na sequência didática;
- preparo do *powerpoint* em computador próprio para apoio nas aulas de experimentação e de aplicação dos testes conceituais na metodologia IpC;
- testagem da Prancha de Videoanálise e objetos a serem manuseados pelos alunos;
- realização de experimentos prévios pela docente (extraclasse) e respectiva videoanálise como testagem antes da implementação da sequência didática;
- implementação da sequência didática;
- avaliação da prática e reunião de informações para composição dos produtos;
- seleção de tópicos pertinentes a cada produto educacional desenvolvido;
- construção da redação do "Tutorial – *Software* livre *Tracker*" com a seleção das ilustrações adequadas ao seu objetivo;
- construção da redação do livro "Experimentando Funções – uma proposta interdisciplinar", comtemplando todos os tópicos necessários à descrição da sequência didática aplicada.

Todo o material construído é destinado a docentes de áreas afins, podendo contemplar discentes que se habilitem a experimentar a prática. Cabe lembrar que em ambos os produtos, o usuário está livre para fazer adaptações que sejam pertinentes ao público alvo ao qual se destine, principalmente com relação ao livro que apresenta a sequência didática, podendo ser flexibilizado o tempo, a abordagem e o teor das questões conceituais, de forma a atender às necessidades do contexto de sua aplicação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a realidade apresentada nas escolas públicas do nosso país, em meio à dificuldade de recursos, o desinteresse apresentado por parte do corpo discente, entre outras situações do cotidiano de sala de aula que muitas vezes desmotivam a tentativa de aplicação de uma proposta diferenciada, acreditamos que, mesmo diante de reveses, vale muito a investida do docente em promover junto aos seus alunos uma forma mais prazerosa e que instigue a descoberta, na busca de significado real aos conceitos a serem adquiridos.

Dos objetivos traçados para a aplicação do presente estudo, entendemos que obtivemos bons resultados no alcance de quase todos, uma vez que a resposta na aplicação da proposta foi positiva em sua maioria, conforme analisado em capítulo anterior. O objetivo geral visava investigar como a Metodologia Ativa IpC, associada à videoanálise de experimentos, pode contribuir para a aprendizagem de alunos do 9º ano do EF a cerca de funções e, conforme analisado, as turmas participantes apresentaram melhores resultados na maioria das intervenções de discussão entre pares, com percentual de votação superior em pós-testes em comparação aos pré-testes.

Por outro lado, a evolução das aulas pertencentes à sequência didática apresentaram uma necessidade menor de intervenções após as aulas de experimentações. Entendemos que lidar com o concreto, associar à construção de gráficos por meio do conhecimento da videoanálise, proporcionou um melhor entendimento e mais facilidade de associações para a construção dos conceitos constantes dos objetivos específicos por parte do corpo discente participante da amostra de estudo.

Dos objetivos específicos, atendemos à abordagem de questões do cotidiano correlacionando Matemática e Física por meio da experimentação, além da construção do conceito de funções afins e quadráticas e associações aos respectivos gráficos, abordadas por meio da videoanálise, bem como as análises estatísticas dos resultados computados.

É importante salientar que, mesmo diante de uma prática diferenciada, nem sempre é possível sanar todas as dificuldades. A videoanálise de experimentos realizados pelo corpo discente deu embasamento à aplicação dos testes conceituais da metodologia ativa IpC e proporcionou real significado para o público participante, conforme foi diagnosticado pela captura de respostas em tempo real. Mesmo assim, em alguns momentos foram apresentadas situações de proximidade de empate entre as votações de pré e pós-testes e uma ocorrência de perda de ganho percentual após a discussão entre pares em uma das turmas participantes, onde

foi sugerido, nesse caso, pela não insistência no *looping* de votação da metodologia IpC. Entendemos que a insistência poderia provocar ansiedade e desgaste e que o melhor procedimento seria retomar a questão que gerou o impasse em um outro momento.

Isso demonstra que há limite em toda prática e que nem sempre é possível abraçar todas as situações apresentadas em uma sala de aula. Portanto, é fundamental a abertura para melhorias e para investigação de possibilidades para sanar dificuldades eventualmente apresentadas. A aplicação de uma mesma prática pode apresentar diferentes resultados em públicos distintos. Por vezes, turmas de alunos de mesma faixa etária e condições similares podem apresentar interesses e resultados totalmente diferentes e o docente precisa estar aberto a alterações e adequações a cada público participante.

Consideramos que a prática vivenciada em sala de aula, apresentada na presente pesquisa por meio de uma aprendizagem partindo do concreto, proporcionou ao público participante a possibilidade de interação, diálogo e debate de conceitos, onde o estudo das funções foi oferecido com associação a experiências da rotina do aluno. Acreditamos na eficácia da proposta e entendemos que a mesma sempre pode ser melhorada por quem se habilitar a aplicá-la, podendo flexibilizar o tempo de aplicação, bem como a lógica de abordagem de modo a adaptar a cada público participante, adequando aos perfis do docente e do corpo discente envolvido.

Esperamos que o presente trabalho possa contribuir de forma satisfatória e promissora com docentes e discentes que se identifiquem com a prática e invistam em novas visões e modalidades de ensino, dando oportunidade a um ensino diferenciado da matemática e demais disciplinas.

REFERÊNCIAS

ALFERES, V. R., BIDARRA; M. G., LOPES, C. A.; MÓNICO, L. S. Domínios de Investigação, orientações metodológicas e autores nas revistas portuguesas de psicologia. Tendências de publicação nas últimas quatro décadas do século XX. *Análise Psicológica*. 2009.1 (XXVII): 3-20.

ALMEIDA, M. R. F. R. *Dificuldades de aprendizagem específicas: um estudo quasi-experimental sobre a utilização de estratégias de autorregulação numa sala inclusiva*. 2013. 143f. Dissertação (Mestrado em Educação Especial, Especialização em Dificuldades de Aprendizagens Específicas). Universidade do Minho. Instituto de Educação Portugal. Braga, 2013.

ARAUJO, A. V. R. de; SILVA, E. S., JESUS; V. L. B. de, OLIVEIRA, A. L. de. Uma associação do método Peer Instruction com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. *Revista Brasileira de Ensino Física*. v.39, n.2, 2017.

ARAUJO, 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*. Florianópolis, v.30, n.2, p. 362-384, 2013.

AZEVEDO, H. L. et al. O uso do experimento no ensino da física: tendências a partir do levantamento dos artigos em periódicos da área no Brasil. VII ENPEC. 2008, p.4. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/1067.pdf>. Acesso em 19/06/2018.

BERBEL, N.A.N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*. Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BEZERRA JR, A. G.; LENZ, J. A.; OLIVEIRA, L. P.; SAAVEDRA, N. *Manual para Usuários Iniciantes no Software Tracker.* Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular* – BNCC. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: < http://basenacionalcomum.mec.gov.brwp-contentuploads 201812BNCC_19dez2018_site.pdf >. Acesso em: 19/12/2018.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias,* v.3. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEMT, 2000.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Guia de livros didáticos.* PNLD 2011: Matemática. Anos Finais do Ensino Fundamental. Brasília: MEC/SEB, 2010.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Guia de livros didáticos.* PNLD 2012: Matemática. Ensino Médio. Brasília: MEC/SEB, 2011.

BROWN, D.; COX, A. J. *Innovative uses of video analysis. The Physics Teacher*, vol. 47, p.145-150. 2009. <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>. Acesso em 20/08/2018.

CAMPBELL, D.T.; STANLEY, J.C. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Houghton Mifflin Company Boston. Palo Alto London, 1963. 88p.

CAMPBELL, D.T.; STANLEY, J.C. *Experimental and Quasi-Experimental Design for Research.* Rand McNally, Chicago. 1966.

COOK, T.D.; CAMPBELL, D.T. *Quasi-Experimentation: Design and Analysis Issues for Field Settings*. MA. 1979.

COZBY, P. C. *Métodos de Pesquisa em Ciências do Comportament;* tradução: Paula Inez C. Gomide e Emma Otta. São Paulo: Atlas, 2003. 455p.

CROUCH, C. H.; MAZUR, E., Peer Instruction: Ten years of experience and results, *American Journal of Physics*. v.69, n.9, p.970-977, 2001.

CROUCH, C. H; WATKINS, J.; FAGEN, A.P., MAZUR, E., Peer Instruction: Engaging students one-on-one, all at once. *Research-Based Reform of University Physics*, v.1, p.1-55, 2007

CUMMINGS, K.; ROBERTS, S. G., A Study of Peer Instruction Methods with High School Physics Students. *Physics Education Research Conference*, v.1064, p.103-106, 2008.

DE JESUS, V.L.B**.** *Experimentos e Vídeoanálise – Dinâmica*. 2014, p. 217. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 251p.

DINIZ, A.C. *Implementação do Método Peer Instruction em Aulas de Física no Ensino Médio.* 2015. 152 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). 2015. Universidade Federal de Viçosa, 2015.

DUTRA, H. S.; REIS V.N. Desenhos de estudos experimentais e quase-experimentais. Definições e desafios na pesquisa em enfermagem. *Rev enferm UFPE on line.*, Recife, 10(6):2230-41, jun., 2016.

EVES, H. *Introdução À História da Matemática*. Tradução: Higyno H. Domingues. p. 439-663. UNICAMP. Campinas, 2004.

GUIDORIZZI, Hamilton Luiz. *Um curso de cálculo*. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 1, p. 26, 2001. 329p.

HAKE, R. R. Interactive-engagement vs. traditional methods: A six-thousandstudent survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, v.66 n.1, p.64–74, 1998.

JAMES, M. C., The effect of grading incentive on student discourse in Peer Instruction. *American Journal of Physics*, v.74, n.8, p. 689, 2006.

KARWOSKI, A.M. **A** qualidade do ensino na educação superior. *Revista Triângulo*, v.5, n.1, p.75-86, 2012.

LASRY, N.; MAZUR, E.; WATKINS, J., Peer instruction: From Harvard to the two-year college, *American Journal of Physics*, v.76, n.11, p.1066, 2008.

LOPES, J.P.; ANGOTTI, J.A.P.; MORETTI, M.T. Função Afim e Conceitos Unificadores: O ensino da Matemática e Física numa perspectiva conceitual e unificadora. IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA. 2003.

MAZUR, E. *Peer Instruction: A revolução da aprendizagem ativa* / *Eric Mazur*; tradução: Anatólio Laschuk. Porto Alegre: Penso, p.252, 2015.

MOLINA, R.C.M.; DEL PRETTE, Z.A. Funcionalidade da relação entre habilidades Sociais e dificuldades de aprendizagem. *Psico-USF*, v. 11, n. 1, p. 53-63, jan./jun. 2006.

MÜLLER, M.G. *Metodologias Interativas de ensino na formação de professores de física: um estudo de caso com o Peer Instruction.* 2013. 226 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

OLIVEIRA, V. *Uma proposta de ensino de tópicos de eletromagnetismo via instrução pelos colegas e ensino sob medida para o ensino médio.* 2012. 236f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

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, Lorena*, vol.9, n. 15, p. 80, jan./jul, 2012.

PIRES, R.F. *O uso da modelação matemática na construção do conceito de função.* Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Matemática). 2009. 167 f. PUC/SP. São Paulo, 2009.

REIS, W.D. *Utilização do método instrução pelos colegas (Peer Instruction) aliado a simulações computacionais para o ensino De fontes de energia: produção, distribuição e consumo.* 2018. 114f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências). IFRJ/PROPEC. RJ, Nilópolis, 2018.

RIBEIRO, A. J.; CURY, H. N. *Álgebra para a formação do professor. Explorando os conceitos de equação e função.* Coleção Tendências em Educação Matemática. São Paulo: Autêntica. 2015, 128p.

ROTHER, F.; WELTER, M. P.; GRIEBELER, L. C. *Metodologias ativas aplicadas no processo de ensino aprendizagem da matemática.* Disponível em: <http://eventos.seifai.edu.br/eventosfai_dados/artigos/semic2016/448.pdf>. Acesso em: 25/05/2018.

SALLES FILHO el al. Aplicação do Método Quase-experimental para Avaliação de Resultados e Impactos de Programas de CT&I : um estudo a partir do Programa Biota/FAPESP**.** CONGRESSO IBERO-LATINOAMERICANO DE GÈSTION TECNOLÓGICA – ALTEC. Lima-Peru, 2011.

SCHREIBER, K.P.; BATTISTI, I.K. Processos de compreensão /pelo professor em formação inicial ao ensinar função de 1º grau considerando o uso de um *software*. *Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia.* Florianópolis, 2017.

SHADISH, W. R.; COOK, T. D.; CAMPBELL, D. T. *Experimental and quasi-Experimental designs for generalized causal inference..* Houghton-Mifflin, Boston New York, 2002. 248p.

SILVEIRA, E. *Matemática Compreensão e Prá tica – 9º Ano.* 3ª ed. 2015, p. 60 e 71. São Paulo: Editora Moderna, 2015. 352p.

TURPEN, C.; FINKELSTEIN, N. D. The construction of different classroom norms during Peer Instruction: Students perceive differences. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, v. 6, n. 2, 2010.

VELTRONE, A. A. Possibilidades da pesquisa qualitativa e quase-experimental na inclusão escolar. V CONGRESSO BRASILEIRO MULTIDISCIPLINAR DE EDUCAÇÃO ESPECIAL. Universidade Federal de São Carlos-UFSCar. Programa de pós-graduação em Educação Especial. Londrina – PR. Nov. 2009.

ZACCARON, R.; D'ELY, R.C.S.F.; XHAFAJ, D.C.P. Estudo piloto: um processo importante de adaptação e refinamento para uma pesquisa quase experimental em aquisição de L2 . Universidade Federal de Santa Catarina. *Revista do GELNE*, v. 20, n. 1, 2018, P. 30.

APÊNDICES

As páginas seguintes apresentam três apêndices discriminados da seguinte forma:

Apêndice A - os *links* com as videoanálises de experimentos realizados por cada uma das turmas participantes, constantes nas páginas 86 e 87.

Apêndice B - os testes conceituais (pré e pós-testes) aplicados ao longo da sequência didática, constantes nas páginas 88 a 100, e respectivos gabaritos.

Apêndice C - as planilhas com os índices de votações de cada turma, incluindo cálculo de ganho de *Hake*, e respectivos gráficos associados para efeito de visualização e comparação entre as votações de pré e pós-testes nas três turmas participantes, constantes nas páginas 101 a 112.

APÊNDICE A

LINKS - VIDEOANÁLISES DE EXPERIMENTOS

TURMA 1 – Sequência de videoanálises: bola de mouse, bola de borracha, carrinho com lançador, dominó, tubo de água, carro de fricção, biboquê, carro descendo rampa, bola em queda livre (choque elástico), bola descendo a rampa, ping pong.

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgnaf8x1Vr5UvoO10?e=r7C1Id

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgnc1cPvTAAM1G3tr?e=r2yDXk

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgnQvFizVYpL16MIS?e=glh6Qs

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgnErpslu-xb-FmPn?e=r5Guxn

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgnUOrVkjT2vBBSFP?e=79fLd1

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgniThUVaapNftJvD?e=qiHtjg

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgnmhV-802qKg80tJ?e=dMEhVU

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgntIZPHtJLKzyzb6?e=6j0P8f

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgnoE19ldKeyn57AY?e=bELw3u

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSglupCEuDZEuKM5sH?e=hnXA0U

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgnIoOiqU45zG-xLQ?e=E5XRWD

TURMA 2 – Sequência de videoanálises: bola de mouse, bola de borracha, carrinho com lançador, carro de fricção, dominó, tubo de água, carro descendo rampa, carro descendo rampa2, bola em queda livre (choque elástico), biboquê, ping pong

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSglxw3xxlcRf0URGU?e=ir4bPN

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgl7MazU7fynGYDaO?e=oNn79F

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgmjTOm3vunM-Jq3g?e=0Kr7tq

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgmLEF4RoB29T4UYs?e=bqlka0

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgmqplb3U81Gew15o?e=60FnFJ

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgmFbO1-XHVwi9nhW?e=dMdPlS

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgmS_xxRQRg0PNmt4?e=ZGUI5s

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgmd1tcv5amKlWCs_?e=mAkuyP

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgmAP2PC9or0Ju6Sj?e=PraptM

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgl-Dq2ZApJjX-H7W?e=Z3NoKQ

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgl05l_UU2PnhoJNi?e=tyrcIQ

TURMA 3 – Sequência de videoanálises: bola de mouse, bola de borracha, carrinho com lançador, carro de fricção, dominó, tubo de água, ping pong, bola em queda livre (choque elástico), carro descendo rampa, bola descendo a rampa, biboquê.

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgmNJLlZCqwLAH4u8?e=ZiDEgf

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgm6A0G5Ws-kcvrO1?e=mdkkDP

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgmVbJxPTFJs08mv6?e=21mby9

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgmbegOceKXEaQKLq?e=lh1bQ0

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgmlrRMFHvCcEirKh?e=vuLJs5

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgm2Cg7RtTP973OrA?e=brBabr

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgnDw9RGv4JSsfPid?e=29YGue

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgmvAZRF6Fugtzx85?e=GIcf6q

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgnNG6GIo5yCpksId?e=xIHcE2

https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgm-ArGNSXEJzdk1i?e=Rz3qd6

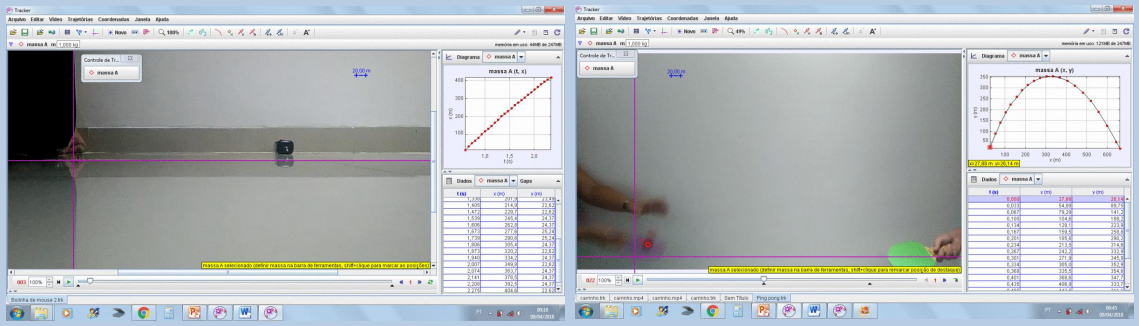
https://1drv.ms/u/s!AnIZmV2ZlfGSgmy9CQ1bpJAEcjhD?e=YpEsqB

APÊNDICE B

PRÉ-TESTES E PÓS-TESTES CONCEITUAIS

TESTES CONCEITUAIS – PRIMEIRA AULA DUPLA – INTRODUÇÃO

As questões conceituais abordadas na aula de introdução voltaram-se para o resgate de conceitos prévios como construção de equações de 1º e 2º graus, substituição de valores, eixos, quadrantes, pares ordenados e tipo de movimento, além de primeiras impressões sobre o *software* livre *Tracker*. Nesta aplicação não foram desenvolvidos pós-testes diferenciados dos pré-testes, pois o objetivo maior estava em aprender a utilizar os cartões e entender a metodologia a ser adotada por toda a sequência didática.

Uma pessoa pegou um táxi para transportá-la a um determinado lugar. A bandeirada da corrida de taxi (taxa fixa) custa R$ 5,00 e ela ainda tem que pagar R$ 3,00 por cada km rodado. Ao final dessa corrida, a pessoa teve que desembolsar R$ 14,00 para pagar o taxista. Responda as questões 1, 2 e 3, com base nessas informações:
1) Considerando x o preço do km rodado, a equação que melhor representa essa situação é: (A) x + 5 = 14 (B) 5x + 3 = 14 (C) 3x + 5 = 14 (D) 3x – 5 = 14
2) Se a pessoa pagou R$ 14,00 ao taxista, quantos quilômetros o táxi rodou? (A) 3 (B) 9 (C) 5 (D) 11
3) Se não tivesse taxa fixa (bandeirada), quanto a pessoa pagaria pela corrida? (A) 14 (B) 9 (C) 11 (D) 6
Preciso gramar um terreno retangular tem área igual a 300 m^2, cujo seu comprimento mede o triplo da medida de sua largura. Responda as questões 4, 5 e 6 com base nessas informações:
4) Considerando x a medida da largura do terreno, a equação que representa a área do terreno é: (A) x.(x+3) = 300 (B) $x^2 = 300$ (C) $3x^2 = 300$ (D) 3x = 300
5) Quanto mede o comprimento do terreno? (A) 30 (B) 10 (C) 100 (D) 300
6) Se o preço do metro quadrado da grama é R$ 12,00, quanto vou gastar para gramar o meu terreno? (A) R$ 300,00 (B) R$ 1200,00 (C) R$ 900,00 (D) R$ 3600,00
A videoanálise é realizada por um *software* livre relacionado a experimentos físicos chamado *Tracker*. O *Tracker* possibilita o mapeamento de movimentos quadro a quadro e o associa a construção de gráficos. O gráfico construído vai depender das variáveis associadas, como tempo e distância, tempo e altura alcançada, velocidade, aceleração entre outras. Responda as questões 7, 8, 9 e 10 com base nessas informações: 
7) Observando o movimento da bola de mouse e a videoanálise, podemos afirmar que: (A) Os pontos marcados na trajetória da bola demonstram movimento irregular (B) Os pontos marcados na trajetória da bola demonstram movimento retilíneo irregular (C) Os pontos marcados na trajetória da bola demonstram movimento retilíneo uniforme (D) Nenhuma das respostas anteriores

8) O pontos do gráfico associado à videoanálise do movimento da bola foi construído no plano cartesiano por meio de: (A) quadrantes (B) pares ordenados (C) eixos cartesianos (D) Nenhuma das respostas anteriores
9) Analisando a simulação do movimento de um jogo de ping-pong em videoanálise, o gráfico associado ao mapeamento quadro a quadro se aproxima de um movimento: (A) retilíneo (B) circular (C) de curva (D) Nenhuma das respostas anteriores
10) Os movimentos tratados em videoanálise foram associados a gráficos. Esses gráficos correspondem à construção de funções por demonstrarem alguns aspectos, exceto em: (A) correspondência biunívoca (B) uma variável dependente de outra (C) cada posição no eixo das abscissas tem um único correspondente no eixo das ordenadas (D) cada posição no eixo das abscissas tem vários correspondentes no eixo das ordenadas
Dados os conjuntos A = {x ϵ |N / x < 10} e B = |N, constrói-se uma função onde cada elemento de A corresponde a um único elemento em B que seja o valor do elemento de A adicionado a 3 unidades. Responda as questões 11, 12, 13 e 14 com base nessas informações.
11) O conjunto domínio da função é: (A) A (B) B (C) |N (D) {3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13}
12) O conjunto contradomínio da função é: (A) A (B) B (C) |R (D) {3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13}
13) O conjunto imagem da função é: (A) A = {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9} (B) B = |N (C) {3,4,5,6,7,8,9,10,11,12} (D) {3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13}
14) A lei de formação da função é: (A) f (x) = x (B) f (x) = x + 3 (C) f (x) = 3x (D) f (x) = x + 3x

GABARITO DOS TESTES

1 – C	8 – B
2 – A	9 – C
3 – B	10 – D
4 – C	11 – A
5 – A	12 – B
6 – D	13 – C
7 – C	14 - B

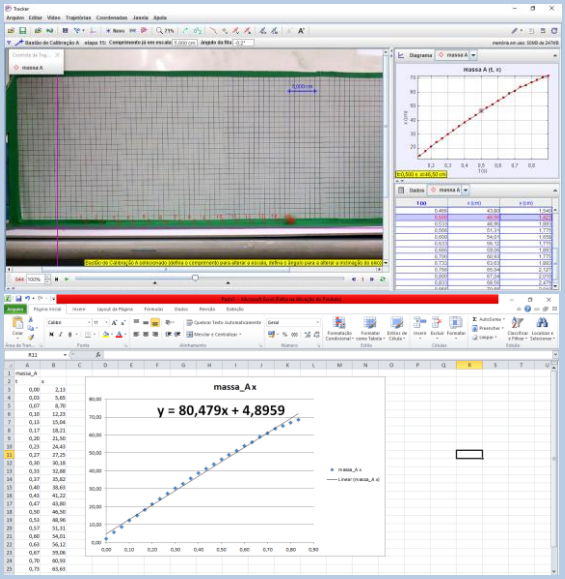
TESTES CONCEITUAIS – TERCEIRA AULA DUPLA – FUNÇÕES AFINS

Nos pré-testes e pós-testes conceituais associados às videoanálises realizadas na segunda aula dupla foram abordadas questões como proporcionalidade, linearidade no gráfico associado ao movimento de objetos, lei de formação de funções afins associadas, coeficientes de funções, funções constante, crescente e decrescente, além do reforço de conceitos na construção de gráficos como eixos, pares ordenados e relação entre coordenadas cartesianas.

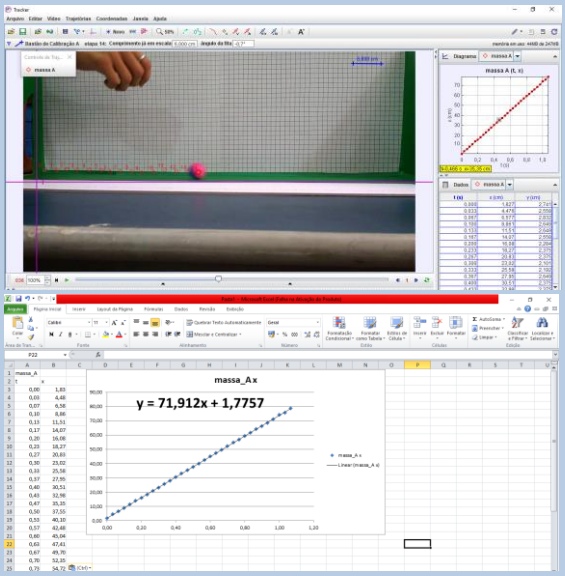
PRÉ-TESTE

Você observou a videoanálise feita do percurso horizontal traçado pela trajetória de uma bolinha de mouse e de uma bolinha de borracha em movimento retilíneo uniforme, pelo *software* livre *Tracker*.

Bolinha de mouse em MRU



Bolinha de borracha em MRU

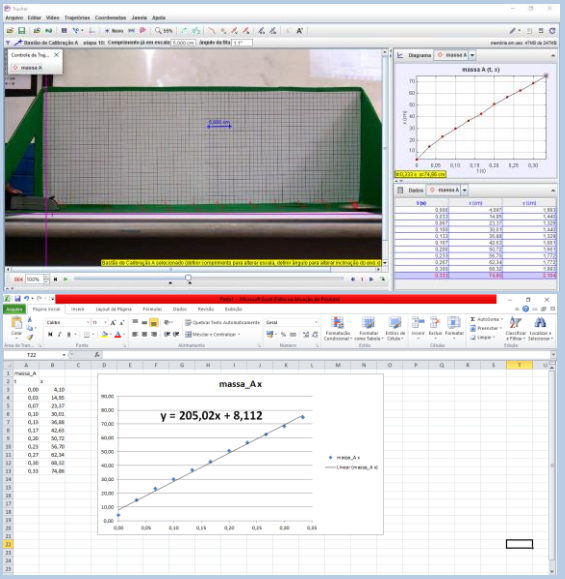


Nessas condições, responda as questões abaixo:

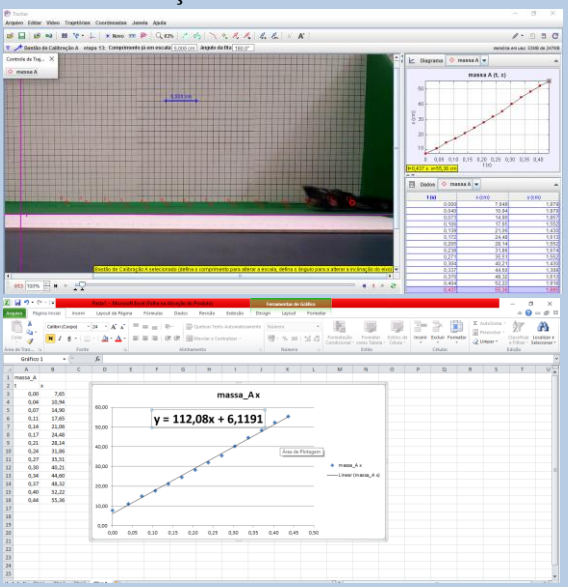
PÓS-TESTE

Você observou a videoanálise feita do percurso horizontal traçado pela trajetória de um carrinho com lançador e de um carrinho de fricção em movimento retilíneo uniforme, pelo *software* livre *Tracker*.

Carrinho por lançador em MRU

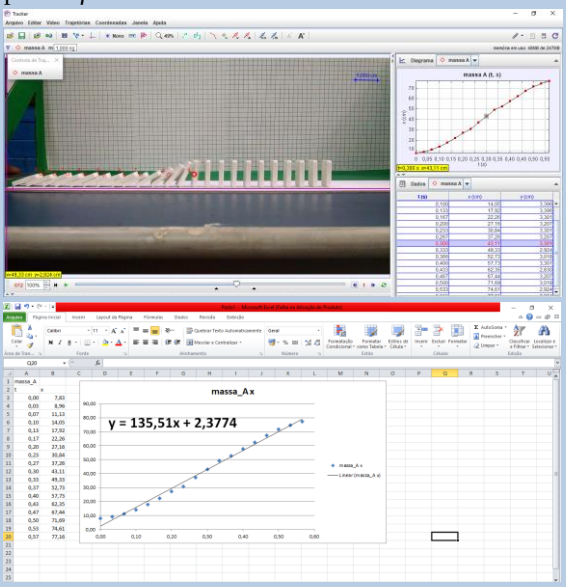
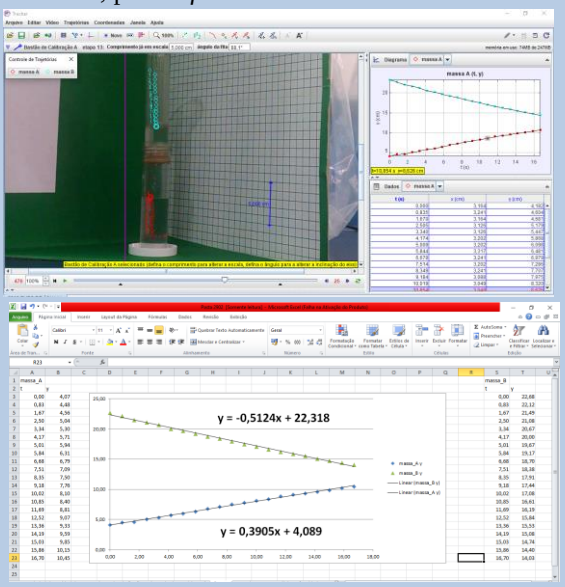


Carrinho de fricção em MRU



Nessas condições, responda as questões abaixo:

Q1 pré-teste) Quanto aos pontos marcados ao longo da trajetória da bolinha em movimento retilíneo uniforme, pela videoanálise, podemos afirmar que o gráfico associado: (A) Apresenta pouca linearidade no trajeto (B) Apresenta linearidade no trajeto (C) Não apresenta linearidade (D) Nenhuma das respostas anteriores	Q1 pós-teste) Quanto aos pontos marcados na trajetória do carrinho em movimento retilíneo uniforme pela videoanálise, podemos afirmar que o gráfico associado: (A) Apresenta pouca linearidade (B) Apresenta linearidade (C) Não apresenta linearidade (D) Nenhuma das respostas anteriores
Q2 pré-teste) Como ficou o gráfico montado com os pontos da trajetória da bolinha que associa distância e tempo? (A) Se assemelha a uma reta crescente (B) Se assemelha a uma reta constante (C) Se assemelha a uma reta decrescente (D) Nenhuma das respostas anteriores	Q2 pós-teste) Como ficou o gráfico montado com os pontos da trajetória do carrinho que associa distância e tempo? (A) Se assemelha a uma reta decrescente (B) Se assemelha a uma reta constante (C) Se assemelha a uma reta crescente (D) Nenhuma das respostas anteriores
Q3 pré-teste) Os pontos marcados ao longo do trajeto da bolinha, que relacionam distância percorrida e tempo, demonstram proporcionalidade? (A) Sim (B) Em parte (C) Não (D) Nenhuma das respostas anteriores	Q3 pós-teste) Os pontos marcados ao longo do trajeto da bolinha, que relacionam distância percorrida e tempo, demonstram proporcionalidade? (A) Sim (B) Em parte (C) Não (D) Nenhuma das respostas anteriores
Q4 pré-teste) No instante inicial (objeto em repouso), o deslocamento (distância) de percurso da bolinha é: (A) Zero (B) Um (C) Impossível determinar (D) A bolinha chegou ao final do seu percurso	Q4 pós-teste) No instante inicial (objeto em repouso), o deslocamento (distância) de percurso do carrinho é: (A) Um (B) Zero (C) Impossível determinar (D) O carrinho chegou ao final do seu percurso
Q5 pré-teste) Considerando a, b, c números reais, e a não nulo, a lei de formação da função estabelecida pela trajetória da bolinha se encaixa na definição: (A) $y= ax^2+bx+c$ (B) $y = ax$ (C) $y = ax + b$ (D) $y = b$	Q5 pós-teste) Considerando a, b, c números reais, e a não nulo, a lei de formação da função estabelecida pela trajetória do carrinho se encaixa na definição: (A) $y= ax^2+bx+c$ (B) $y = ax + b$ (C) $y = ax$ (D) $y = b$
Q6 pré-teste) A que tipo de função o experimento de rolagem da bolinha se assemelha? (A) quadrática (B) constante (C) afim crescente (D) afim decrescente	Q6 pós-teste) A que tipo de função o experimento de deslocamento do carrinho se assemelha? (A) quadrática (B) afim crescente (C) constante (D) afim decrescente

PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
Você observou a videoanálise feita do percurso horizontal traçado pela trajetória de queda de peças do dominó, associados a movimento retilíneo uniforme, pelo *software* livre *Tracker*.  Nessas condições, responda as questões abaixo:	Você observou a videoanálise feita do percurso vertical traçado pela trajetória de enchimento de um tubo de água, associados a movimento retilíneo uniforme, pelo *software* livre *Tracker*.  Nessas condições, responda as questões abaixo:
Q7 pré-teste) Quanto aos pontos marcados na trajetória estabelecida na queda de peças de dominó pela videoanálise, podemos afirmar que o gráfico associado: (A) Apresenta pouca linearidade (B) Apresentam linearidade (C) Não apresentam linearidade (D) Nenhuma das respostas anteriores	Q7 pós-teste) Quanto aos pontos marcados no esvaziamento do tubo de água superior e enchimento do tubo de água inferior pela videoanálise, podemos afirmar que os gráficos associados: (A) Apresentam pouca linearidade (B) Apresentam linearidade (C) Não apresentam linearidade (D) Nenhuma das respostas anteriores
Q8 pré-teste) O gráfico montado com os pontos da trajetória pela queda das peças de dominó que associa distância e tempo se assemelha a: (A) uma função afim decrescente (B) uma função constante (C) uma função afim crescente (D) uma função quadrática	Q8 pós-teste) O gráfico montado com os pontos da trajetória de enchimento do tubo de água que associa altura e tempo se assemelha a: (A) uma função afim crescente (B) uma função constante (C) uma função afim decrescente (D) uma função quadrática
Q9 pré-teste) Os pontos marcados ao longo da trajetória obtida pela queda das peças de dominó, associando distância e tempo, demonstram proporcionalidade? (A) sim (B) em parte (C) não (D) Nenhuma das respostas anteriores	Q9 pós-teste) Em função do tempo transcorrido, os pontos marcados em relação ao aumento da quantidade de água no tubo inferior se mantém aparentemente proporcional? (A) sim (B) em parte (C) não (D) Nenhuma das respostas anteriores

Q10 pré-teste) Considerando a, b números reais, e a não nulo, a lei de formação da função estabelecida pela trajetória da queda de peças de dominó se encaixa na definição: (A) $y= ax^2+bx$ (B) $y = ax$ (C) $y = ax + b$ (D) $y = b$	Q10 pós-teste) Considerando a, b números reais, e a não nulo, a lei de formação da função da trajetória de aumento da água no tubo se encaixa na definição: (A) $y= ax + b$ (B) $y = ax^2+bx$ (C) $y = ax$ (D) $y = b$

GABARITO DOS TESTES

Q1 pré-teste) B

Q1 pós-teste) B

Q2 pré-teste) A

Q2 pós-teste) C

Q3 pré-teste) A

Q3 pós-teste) A

Q4 pré-teste) A

Q4 pós-teste) B

Q5 pré-teste) C

Q5 pós-teste) B

Q6 pré-teste) C

Q6 pós-teste) B

Q7 pré-teste) B

Q7 pós-teste) B

Q8 pré-teste) C

Q8 pós-teste) A

Q9 pré-teste) B

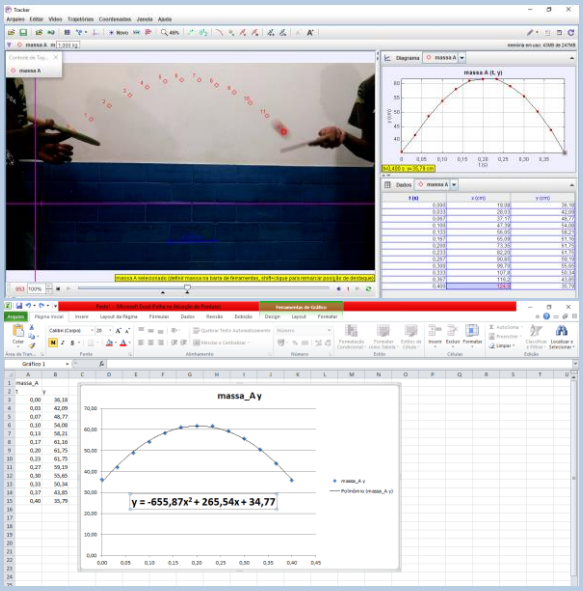
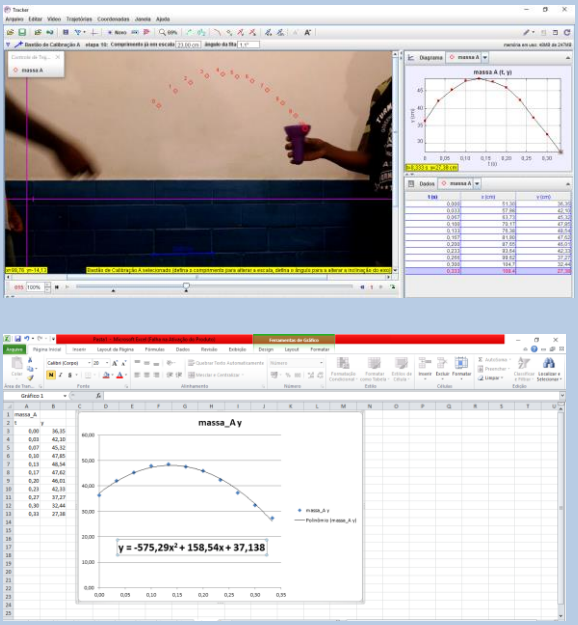
Q9 pós-teste) B

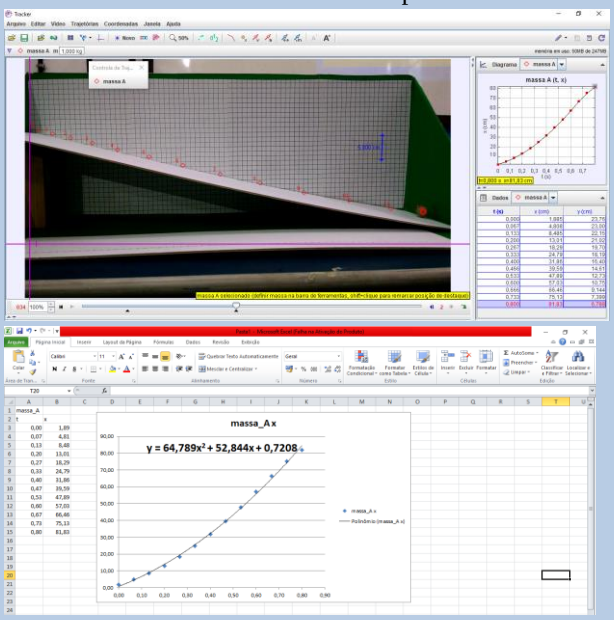
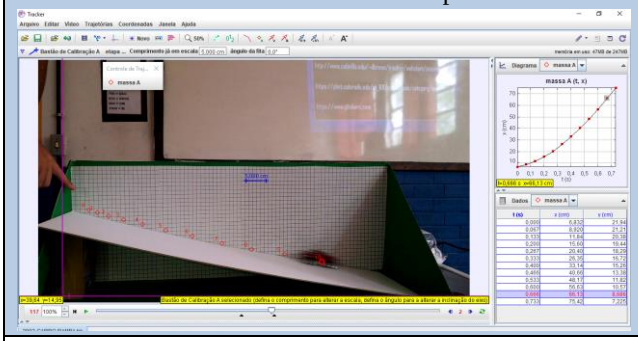
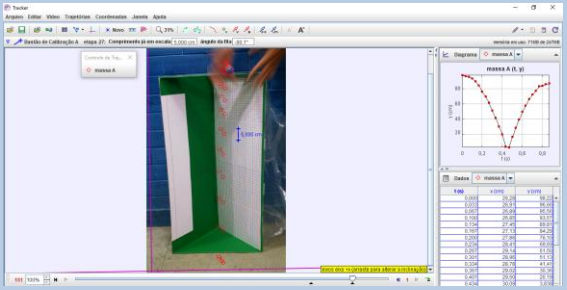
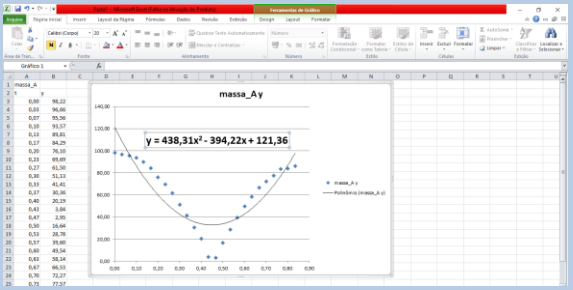
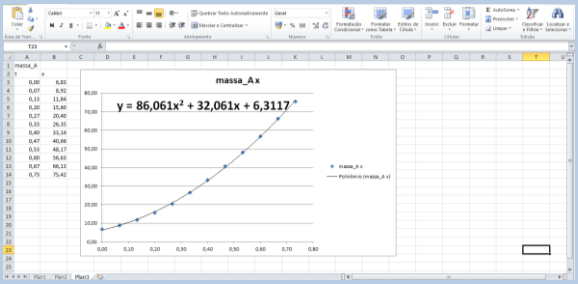
Q10 pré-teste C

Q10 pós-teste) A

TESTES CONCEITUAIS – QUINTA AULA DUPLA – FUNÇÕES QUADRÁTICA

Nos pré-testes e pós-testes conceituais associados às videoanálises realizadas na quarta aula dupla foram abordadas questões como regularidade na construção da curva associada à movimentos de objetos, lei de formação de funções quadráticas, coeficientes de funções, gráfico de uma função quadrática (parábola), concavidade, máximo e mínimo de uma parábola, além do reforço de conceitos na construção de gráficos como eixos, pares ordenados e relação entre coordenadas cartesianas.

PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
Você observou a análise feita do percurso traçado pela trajetória de uma bolinha durante um jogo de ping pong, pelo *software Tracker*.  Nessas condições, responda as questões abaixo:	Você observou a análise feita do percurso traçado pela trajetória de uma bolinha durante o lançamento no biboquê, pelo *software Tracker*.  Nessas condições, responda as questões abaixo:
Q1 pré-teste) Quanto aos pontos marcados na trajetória da bola pela videoanálise, podemos afirmar que: (A) Apresentam regularidade na construção da curva (B) Não apresentam regularidade	Q1 pós-teste) Quanto aos pontos marcados na trajetória da bola pela videoanálise, podemos afirmar que: (A) Apresentam regularidade na construção da curva (B) Não apresentam regularidade
Q2 pré-teste) Como ficou o gráfico montado com os pontos da trajetória da bola no jogo de ping-pong que associa distância e altura? (A) Se assemelha a uma reta (B) Se assemelha a uma curva (C) Se assemelha a um círculo (D) Nenhuma das respostas anteriores	Q2 pós-teste) Em função do tempo decorrido, qual foi o formato se assemelha a curva do experimento do biboquê? (A) círculo (B) reta (C) curva (parábola) (D) Nenhuma das respostas anteriores
Q3 pré-teste) No instante inicial (objeto em repouso), o deslocamento da bolinha no jogo de ping-pong é: (A) Um (B) Zero (C) Impossível determinar (D) A bolinha chegou ao final do seu percurso	Q3 pós-teste) No instante inicial (objeto em repouso), o deslocamento de percurso para o lançamento da bolinha no biboquê é: (A) Nenhum (B) Impossível determinar (C) A bolinha chegou ao final do seu percurso (D) Nenhuma das respostas anteriores

Q4 pré-teste) Considerando a, b, c números reais, e a não nulo, a lei de formação da função da trajetória da bola de ping pong se encaixa na definição: (A) $y= ax^2+bx+c$ (B) $y = ax$ (C) $y = ax + b$ (D) $y = b$	Q4 pós-teste) A que tipo de função se assemelha o gráfico do experimento da bolinha lançada no biboquê? (A) constante (B) quadrática (C) afim (D) Nenhuma das respostas anteriores
PRÉ-TESTE Você observou a videoanálise feita do percurso numa rampa inclinada traçado pela trajetória de um carrinho ou bolinha de mouse em MRU, pelo *software Tracker*. Movimento da bolinha descendo rampa  Movimento do carrinho descendo a rampa: 	PÓS-TESTE Você observou a videoanálise feita pelo percurso de uma bolinha em queda livre e instantâneo, pelo *software Tracker*.   Nessas condições, responda as questões abaixo:  Nessas condições, responda as questões abaixo:
Q5 pré-teste) Quanto aos pontos marcados na trajetória do carrinho pela videoanálise, podemos afirmar que: (A) Apresentam regularidade condicionada ao aumento de velocidade (B) Não apresentam regularidade	Q5 pós-teste) Quanto aos pontos marcados na trajetória do percurso da bolinha em queda livre pela videoanálise, para a construção da parábola podemos afirmar que: (A) Se assemelha totalmente à construção da curva (parábola) (B) Se assemelha parcialmente à construção da curva (parábola) (C) Não se assemelha à construção da curva

Q6 pré-teste) Como ficou o gráfico montado com os pontos da trajetória da bolinha ao descer a rampa, em MUV, que associa distância e tempo? (A) Se assemelha a uma reta (B) Se assemelha a uma parábola (C) Se assemelha a uma parte de uma parábola (D) Nenhuma das respostas anteriores	Q6 pós-teste) Como ficou o gráfico montado com os pontos da trajetória da bolinha em queda livre e retorno instantâneo, associando altura e tempo? (A) Se assemelha a uma reta (B) Se assemelha a uma parábola (C) Se assemelha a uma parte de uma parábola (D) Nenhuma das respostas anteriores
Q7 pré-teste) Sobre o experimento do percurso do carrinho na rampa, em movimento acelerado, podemos afirmar: (A) O movimento é uniformemente variado por conta da aceleração (B) O movimento é constante (C) O movimento é retilíneo uniforme (D) Nenhuma das respostas anteriores	Q7 pós-teste) Sobre o experimento da queda livre da bolinha e seu retorno instantâneo, podemos afirmar que: (A) O movimento não varia (B) O movimento é constante (C) O movimento varia por conta da aceleração em função da gravidade. (D) Nenhuma das respostas anteriores
Q8 pré-teste) Na função $y=ax^2+bx+c$ associada ao movimento da bola de ping-pong, podemos afirmar que: (A) $a>0$ (B) $a=0$ (C) $a<0$ (D) Nenhuma das respostas anteriores	Q8 pós-teste) Na função $y=ax^2+bx+c$ associada ao movimento da bola em queda livre (choque elástico), podemos afirmar: (A) $a>0$ (B) $a=0$ (C) $a<0$ (D) Nenhuma das respostas anteriores
Q9 pré-teste) Quanto ao coeficiente linear c da função associada ao movimento da bolinha lançada no biboquê, podemos dizer que é: (A) Nulo (B) Não existe (C) Não nulo (D) Não é possível determinar	Q9 pós-teste) Quanto ao coeficiente linear c da função associada ao movimento da bolinha em queda livre, podemos dizer que é: (A) Nulo (B) Não existe (C) Não é possível determinar (D) Não nulo
Q10 pré-teste) Observando o gráfico associado ao experimento com a bola no jogo de pingpong ou no lançamento da bola no biboquê, podemos dizer que a única resposta <u>incorreta</u> é: (A) A parábola está voltada para cima (B) A parábola está voltada para baixo (C) A função tem ponto máximo (D) O coeficiente <u>a</u> é menor que zero	Q10 pós-teste) Observando o gráfico associado ao experimento com a bolinha de mouse descendo a rampa ou no lançamento em queda livre da bolinha, podemos dizer que a única resposta <u>correta</u> é: (A) A parábola está voltada para baixo (B) A parábola está voltada para cima (C) A função tem ponto máximo (D) O coeficiente <u>a</u> é menor que zero

GABARITO DOS TESTES

Q1 pré-teste) A

Q1 pós-teste) A

Q2 pré-teste) B

Q2 pós-teste) C

Q3 pré-teste) B

Q3 pós-teste) A

Q4 pré-teste) A

Q4 pós-teste) B

Q5 pré-teste) A

Q5 pós-teste) B

Q6 pré-teste) C

Q6 pós-teste) B

Q7 pré-teste) A

Q7 pós-teste) C

Q8 pré-teste) C

Q8 pós-teste) A

Q9 pré-teste) C

Q9 pós-teste) D

Q10 pré-teste) A

Q10 pós-teste) B

TESTES CONCEITUAIS – SEXTA AULA DUPLA – CONCLUSÃO

A última etapa contou com a votação de 10 questões de múltipla escolha, onde recordaram funções afins e funções quadráticas.

PRÉ-TESTE Você observou a videoanálise feita do percurso horizontal traçado pela trajetória de uma bolinha em movimento retilíneo uniforme, através do *software* livre *Tracker*. Nessas condições, responda as questões abaixo:	PÓS-TESTE Você observou a videoanálise feita do percurso horizontal traçado pela trajetória de um carrinho em movimento retilíneo uniforme, através do *software* livre *Tracker*. Nessas condições, responda as questões abaixo:
Q1 pré-teste) O coeficiente angular da função associada ao experimento da bolinha é: (A) maior que zero (B) zero (C) impossível determinar (D) menor que zero	Q1 pós-teste) O coeficiente angular da função associada ao experimento do carrinho é: (A) zero (B) maior que zero (C) impossível determinar (D) menor que zero
Q2 pré-teste) O valor do coeficiente a da função associada ao movimento da queda de peças do dominó é: (A) nulo (B) positivo (C) Negativo (D) Nenhuma das Respostas Anteriores	Q2 pós-teste) O valor do coeficiente a da função associada ao movimento do carrinho de brinquedo é: (A) nulo (B) positivo (C) Negativo (D) Nenhuma das Respostas Anteriores
Q3 pré-teste) O gráfico apresentado pelo *software Tracker* no experimento do dominó se encontra no plano cartesiano: (A)no primeiro quadrante (B) no segundo quadrante (C) no terceiro quadrante (D) no quarto quadrante	Q3 pós-teste) O gráfico apresentado pelo *software Tracker* no experimento da água se encontra no plano cartesiano: (A) no primeiro quadrante (B) no segundo quadrante (C) no terceiro quadrante (D) no quarto quadrante
Q4 pré-teste) O movimento de um táxi em velocidade constante, por exemplo, descreve uma função afim, tendo a distância em função do tempo? (A) Sim (B) Não (C) Impossível determinar (D) Nenhuma das Respostas Anteriores	Q4 pós-teste) O movimento uniformemente variado de um táxi em constante aceleração, por exemplo, descreve uma função afim, tendo a distância em função do tempo? (A) Sim (B) Não (C) Impossível determinar (D) Nenhuma das Respostas Anteriores

Q5 pré-teste) A videoanálise da queda da água no tubo apresentada na aula anterior associa dois tipos de função afim, sendo uma associada ao recipiente inferior, que está enchendo, e outra ao recipiente superior, que está esvaziando. Em relação à altura da água em decorrência do tempo, as funções estabelecidas nos tubos inferior e superior são respectivamente: (A) crescente e decrescente (B) constante e crescente (C) decrescente e constante (D) decrescente e crescente	Q5 pós-teste) A videoanálise da queda da água no tubo apresentada na aula anterior associa dois tipos de função afim, sendo uma associada ao recipiente inferior, que está enchendo, e outra ao recipiente superior, que está esvaziando. Em relação à altura da água em decorrência do tempo, as funções estabelecidas nos tubos inferior e superior são respectivamente: (A) decrescente e crescente (B) crescente e decrescente (C) decrescente e constante (D) constante e crescente
Q6 pré-teste) Em relação ao tempo, podemos afirmar que, no experimento da queda de água entre dois tubos, o volume de água no recipiente superior: (A) aumenta em função do volume de água do tubo inferior (B) diminui em função do aumento do volume de água no tubo inferior (C) independe do tubo inferior (D) nenhuma das respostas anteriores	Q6 pós-teste) Em relação ao tempo, podemos afirmar que, no experimento da queda de água entre dois tubos, o volume de água no recipiente superior: (A) diminui em função do aumento do volume de água do tubo inferior (B) aumenta em função do aumento do volume de água no tubo inferior (C) independe do tubo inferior (D) nenhuma das respostas anteriores
Q7 pré-teste) Você observou caracterís-ticas de funções afins nas videoanálises apresentadas. Sendo assim, assinale a alternativa <u>incorreta</u>: (A) quando a função afim é crescente, a>0 (B) quando a função afim é crescente, a<0 (C) quando a função afim é decrescente, a<0 (D) o coeficiente <u>a</u> nunca pode ser zero	Q7 pós-teste) Você observou características de funções afins nas videoanálises apresentadas. Sendo assim, assinale a alternativa <u>correta</u>: (A) quando a função é constante, a>0 (B) quando a função afim é crescente, a<0 (C) quando a função afim é decrescente, a>0 (D) o coeficiente <u>a</u> nunca pode ser zero
Sobre as videoanálises abordadas durante o projeto, responda as questões abaixo:	
Q8 pré-teste) Qual a única situação que a <u>não</u> se refere à função quadrática? (A) quando o discriminante é nulo, a parábola toca o eixo das abscissas em um ponto. (B) quando o discriminante é positivo, a parábola toca o eixo das abscissas em dois pontos. (C) quando o discriminante é negativo, a parábola toca o eixo das abscissas em um ponto. (D) quando o discriminante é negativo, a parábola não toca o eixo das abscissas	Q8 pós-teste) Você observou características de funções quadráticas nas videoanálises apresentadas. Sendo assim, assinale a alternativa <u>incorreta</u>: (A) quando a parábola está voltada para cima, a>0. (B) quando a parábola está voltada para baixo, a=0. (C) quando a parábola está voltada para baixo, a<0 . (D) Nenhuma das Respostas Anteriores

Q9 pré-teste) O movimento de lançamento de um foguete ou do lançamento de uma bola da linha de fundo em um jogo de vôlei, por exemplo, descreve uma função quadrática? (A) Sim (B) Não (C) Impossível determinar (D) Nenhuma das Respostas Anteriores	Q9 pós-teste) Sobre os valores de máximo e mínimo de uma função quadrática, podemos afirmar que: (A) quando a>0, a função tem máximo (B) quando a<0, a função tem máximo (C) quando a<0, a função tem mínimo (D) Nenhuma das Respostas Anteriores
Q10 pré-teste) Dada uma função quadrática $f(x) = x^2 + 1$, qual imagem não está correta? (A) f(0) = 1 (B) f(1) = 2 (C) f(2) = 5 (D) f(5) = 11	Q10 pós-teste) Dada uma função quadrática $f(x) = x^2 + 1$, qual imagem está correta? (A) f(0) = 0 (B) f(1) = 1 (C) f(2) = 3 (D) f(5) = 26

GABARITO DOS TESTES

Q1 pré-teste) A

Q1 pós-teste) B

Q2 pré-teste) B

Q2 pós-teste) B

Q3 pré-teste) A

Q3 pós-teste) A

Q4 pré-teste) A

Q4 pós-teste) B

Q5 pré-teste) A

Q5 pós-teste) B

Q6 pré-teste) B

Q6 pós-teste) A

Q7 pré-teste) B

Q7 pós-teste) D

Q8 pré-teste) C

Q8 pós-teste) B

Q9 pré-teste) A

Q9 pós-teste) B

Q10 pré-teste D

Q10 pós-teste) D

APÊNDICE C

PLANILHAS E GRÁFICOS DE RESULTADOS

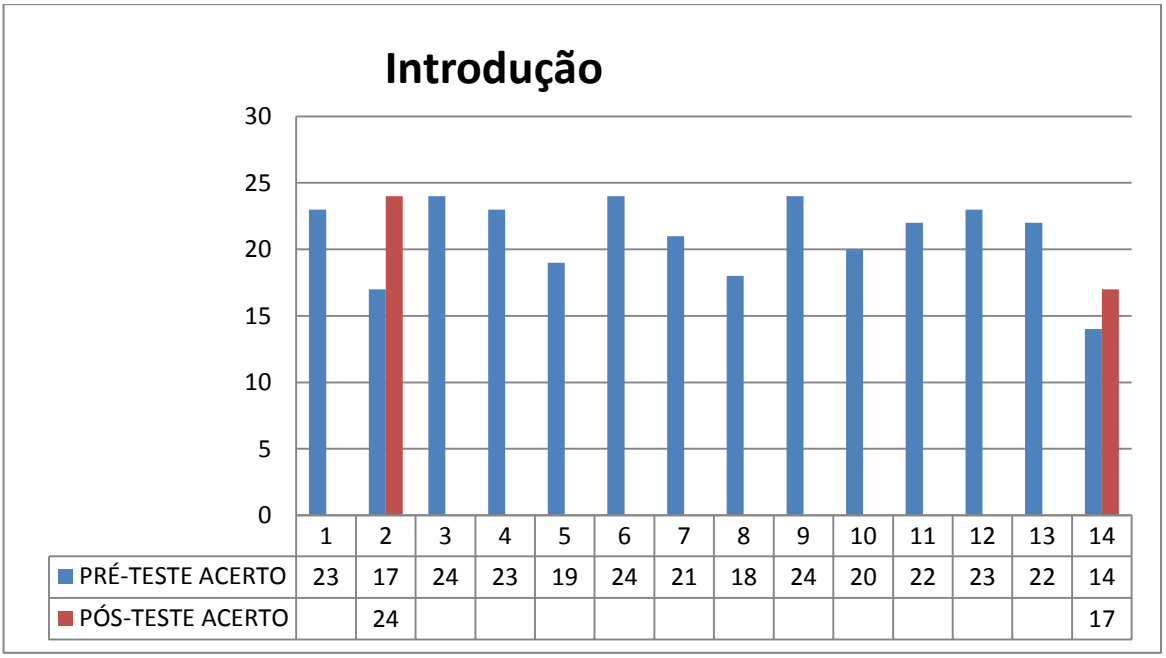
Primeira Aula de IpC – Introdução – 10/10/2018 – Turma 1

Tabela de medidas e ganho de Hake – Turma 1 – Aula de Introdução IpC

RELATÓRIO DE PESQUISA S

DATA	QUESTÃO	QUANTIDADE		PRÉ-TESTE				PÓS-TESTE				GANHO DE HAKE
		PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	ACERTO	%	ERRO	%	
10/10/2018	1	24	3	23	95,8	1	4,167					
	2	24	3	17	70,8	7	29,17	24	100	0	0	1
	3	24	3	24	100	0	0					
	4	24	3	23	95,8	1	4,167					
	5	24	3	19	79,2	5	20,83					
	6	24	3	24	100	0	0					
	7	24	3	21	87,5	3	12,5					
	8	24	3	18	75	6	25					
	9	24	3	24	100	0	0					
	10	24	3	20	83,3	4	16,67					
	11	24	3	22	91,7	2	8,333					
	12	24	3	23	95,8	1	4,167					
	13	24	3	22	91,7	2	8,333					
	14	24	3	14	58,3	10	41,67	17	70,8	7	29,2	0,3
	MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE											0,65

Gráfico associado à tabela com medidas de acertos em pré-testes e pós-testes



Legenda: Eixo horizontal – Testes conceituais aplicados
Eixo vertical – Número de alunos que acertaram a resposta

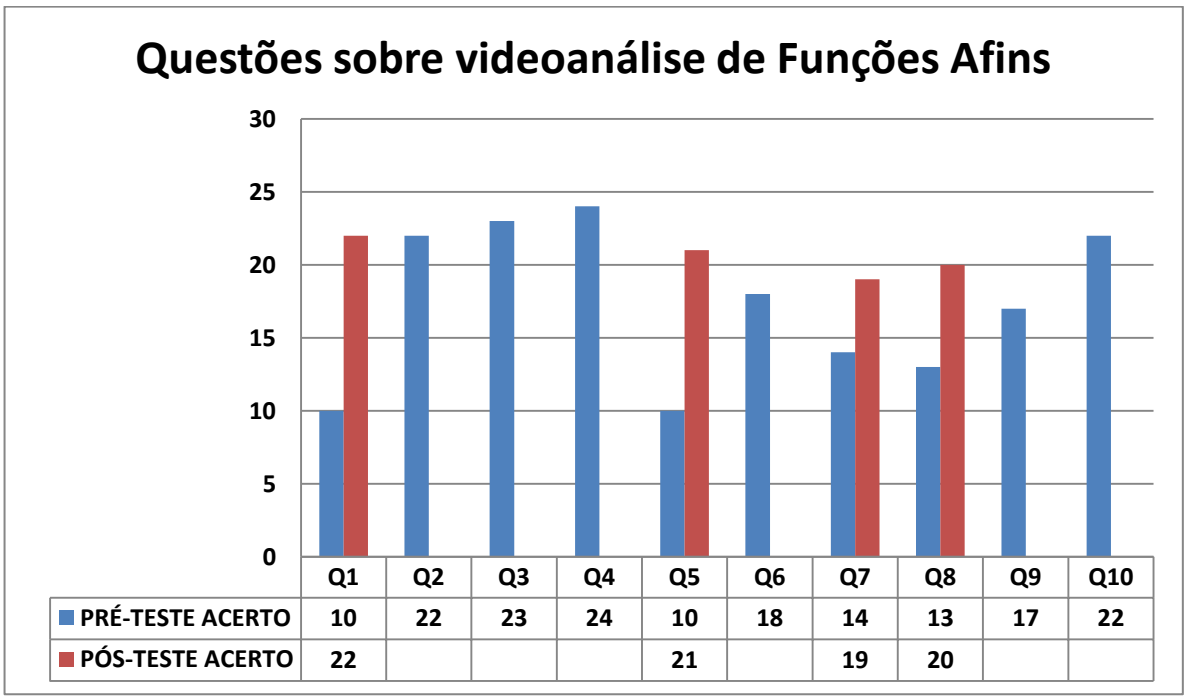
Segunda Aula de IpC – Questões associadas à Videoanálise de Funções Afins

22/10/2018 – Turma 1

Tabela de medidas e ganho de Hake – Turma 1 – Aula de Funções Afins – IpC

RELATÓRIO DE PESQUISA												
DATA	QUESTÃO	QUANTIDADE		PRÉ-TESTE				PÓS-TESTE				GANHO
		PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	ACERTO	%	ERRO	%	DE HAKE
22/10/2018	Q1	24	3	10	41,7	14	58,33	22	91,7	2	8,33	0,857142857
	Q2	24	3	22	91,7	2	8,333					
	Q3	24	3	23	95,8	1	4,167					
	Q4	24	3	24	100	0	0					
	Q5	24	3	10	41,7	14	58,33	21	87,5	3	12,5	0,785714286
	Q6	24	3	18	75	6	25					
	Q7	24	3	14	58,3	10	41,67	19	79,2	5	20,8	0,5
	Q8	24	3	13	54,2	11	45,83	20	83,3	4	16,7	0,636363636
	Q9	24	3	17	70,8	7	29,17					
	Q10	24	3	22	91,7	2	8,333					
	MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE											0,694805195

Gráfico associado à tabela com medidas de acertos em pré-testes e pós-testes



Legenda: Eixo horizontal – Testes conceituais aplicados
Eixo vertical – Número de alunos que acertaram a resposta

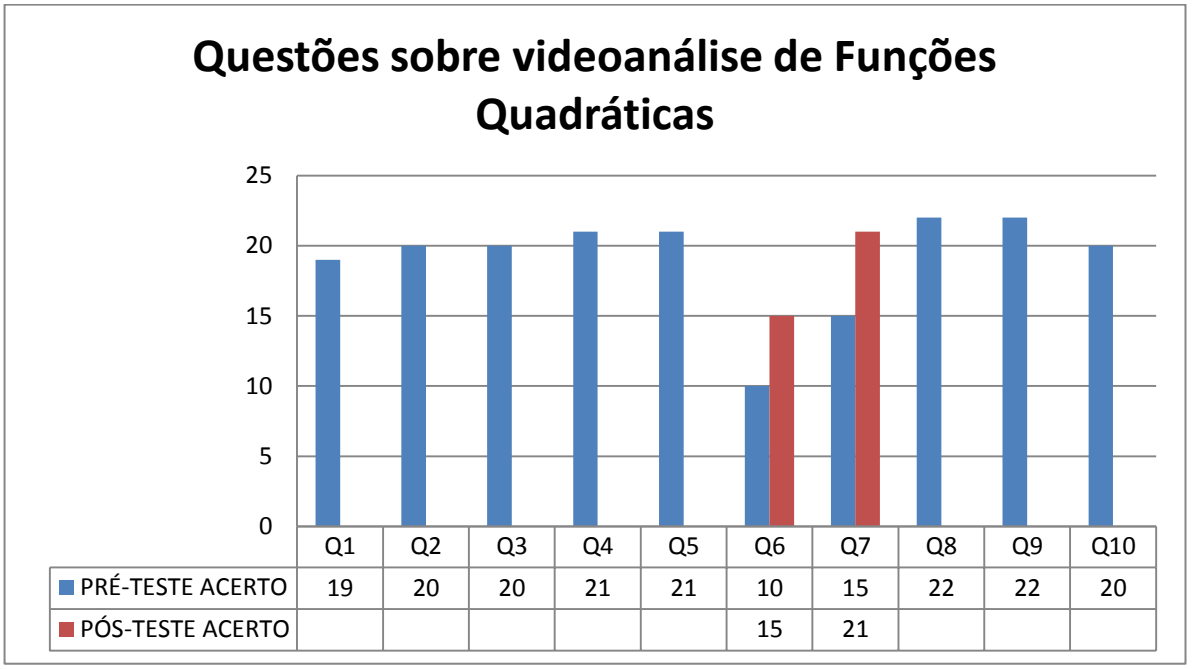
Terceira Aula de IpC – Questões associadas à Videoanálise de Funções Quadráticas

05/11/2018 – Turma 1

Tabela de medidas e ganho de Hake – Turma 1 – Aula de Funções Quadráticas – IpC

RELATÓRIO DE PESQUISA												
DATA	QUESTÃO	QUANTIDADE		PRÉ-TESTE				PÓS-TESTE				GANHO DE HAKE
		PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	ACERTO	%	ERRO	%	
05/11/2018	Q1	21	6	19	90,5	2	9,524					
	Q2	21	6	20	95,2	1	4,762					
	Q3	21	6	20	95,2	1	4,762					
	Q4	21	6	21	100	0	0					
	Q5	21	6	21	100	0	0					
	Q6	21	6	10	47,6	11	52,38	15	71,4	6	28,6	0,454545455
	Q7	23	4	15	65,2	8	34,78	21	91,3	2	8,7	0,75
	Q8	23	4	22	95,7	1	4,348					
	Q9	23	4	22	95,7	1	4,348					
	Q10	23	4	20	87	3	13,04					
	MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE											0,602272727

Gráfico associado à tabela com medidas de acertos em pré-testes e pós-testes



Legenda: Eixo horizontal – Testes conceituais aplicados
Eixo vertical – Número de alunos que acertaram a resposta

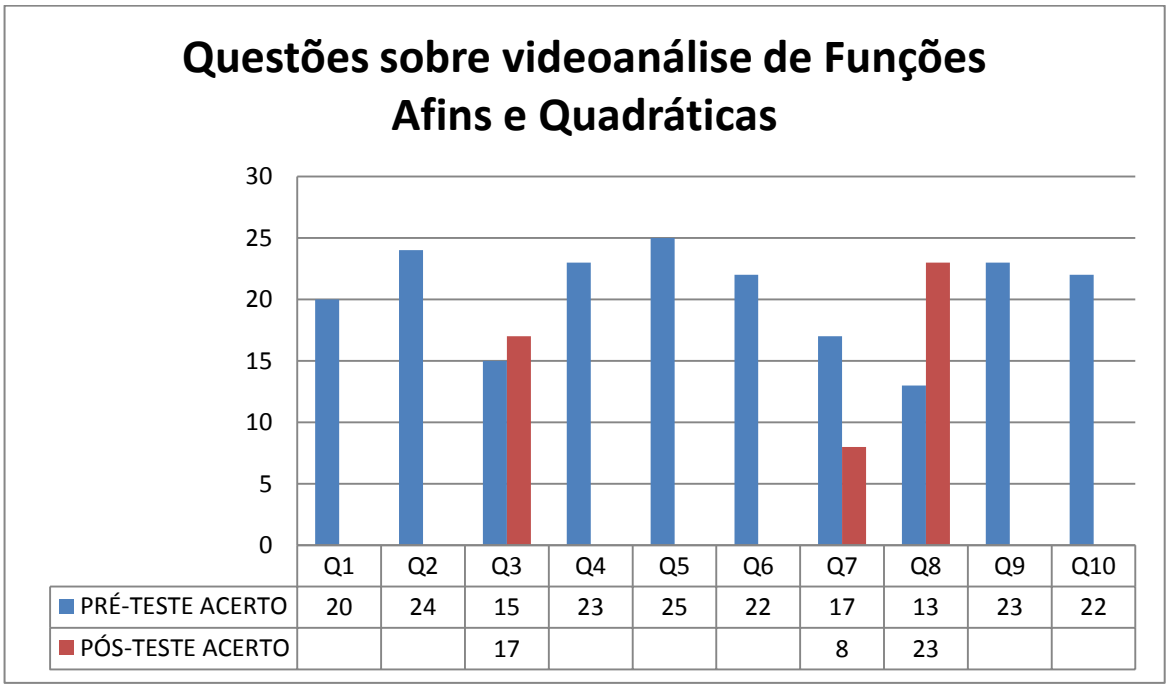
Quarta Aula de IpC – Questões associadas à Videoanálise de Funções Afins e Quadráticas

Conclusão – 12/11/2018 – Turma 1

Tabela de medidas e ganho de Hake – Turma 1 – Aula de Funções Afins e Quadráticas – IpC

RELATÓRIO DE PESQUISA												
DATA	QUESTÃO	QUANTIDADE		PRÉ-TESTE				PÓS-TESTE				GANHO
		PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	ACERTO	%	ERRO	%	DE HAKE
12/11/2018	Q1	24	3	20	83,3	4	16,67					
	Q2	24	3	24	100	0	0					
	Q3	24	3	15	62,5	9	37,5	17	70,8	7	29,2	0,222222222
	Q4	27	0	23	85,2	4	14,81					
	Q5	27	0	25	92,6	2	7,407					
	Q6	27	0	22	81,5	5	18,52					
	Q7	27	0	17	63	10	37,04	8	29,6	19	70,4	-0,9
	Q8	25	2	13	52	12	48	23	92	2	8	0,833333333
	Q9	25	2	23	92	2	8					
	Q10	25	2	22	88	3	12					
	MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE											0,051851852
MÉDIA ARITMÉTICA GERAL DE GANHO DE HAKE ====>												0,499732443

Gráfico associado à tabela com medidas de acertos em pré-testes e pós-testes



Legenda: Eixo horizontal – Testes conceituais aplicados
Eixo vertical – Número de alunos que acertaram a resposta

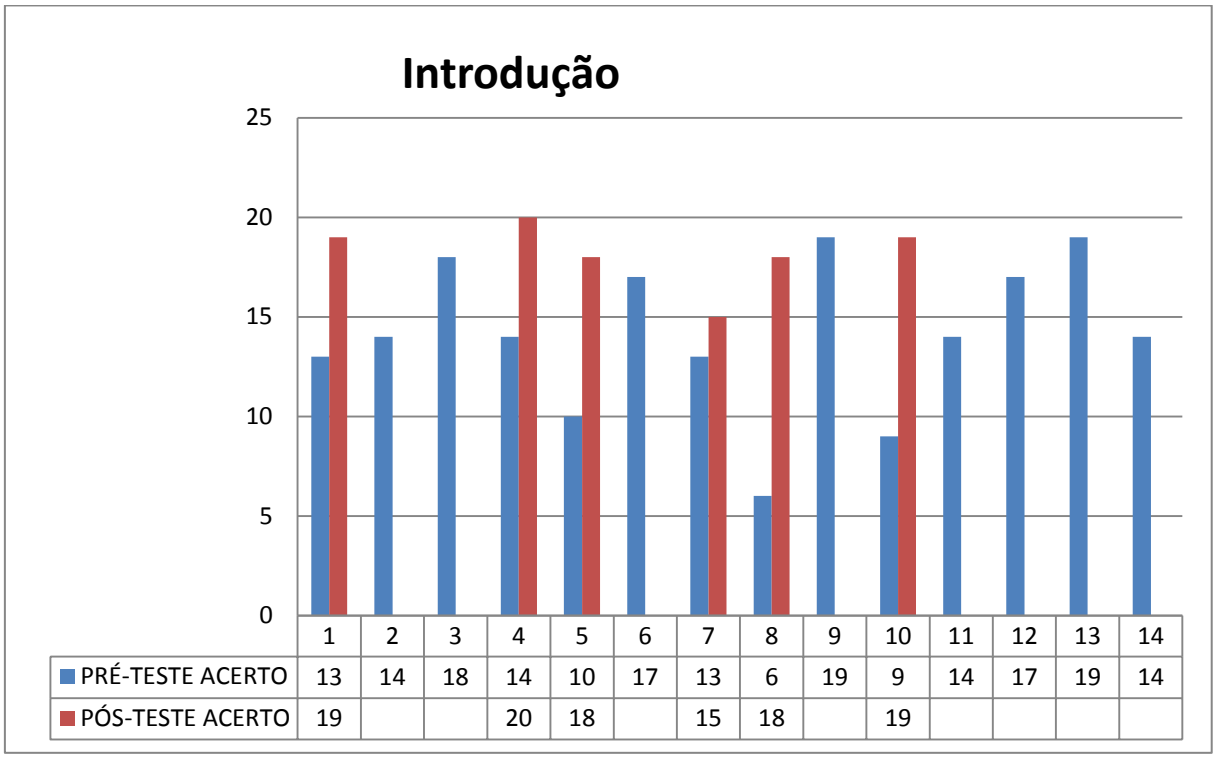
Primeira Aula de IpC – Introdução – 10/10/2018 – Turma 2

Tabela de medidas e ganho de Hake – Turma 2 – Aula de Introdução IpC

RELATÓRIO DE PESQUISA

DATA	QUESTÃO	QUANTIDADE		PRÉ-TESTE				PÓS-TESTE				GANHO DE HAKE
		PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	ACERTO	%	ERRO	%	
10/10/2018	1	19	5	13	68,4	6	31,58	19	100	0	0	1
	2	19	5	14	73,7	5	26,32					
	3	19	5	18	94,7	1	5,263					
	4	20	4	14	70	6	30	20	100	0	0	1
	5	20	4	10	50	10	50	18	90	2	10	0,8
	6	20	4	17	85	3	15					
	7	20	4	13	65	7	35	15	75	5	25	0,285714286
	8	20	4	6	30	14	70	18	90	2	10	0,857142857
	9	20	4	19	95	1	5					
	10	20	4	9	45	11	55	19	95	1	5	0,909090909
	11	20	4	14	70	6	30					
	12	20	4	17	85	3	15					
	13	20	4	19	95	1	5					
	14	20	4	14	70	6	30					
	MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE											0,808658009

Gráfico associado à tabela com medidas de acertos em pré-testes e pós-testes



Legenda: Eixo horizontal – Testes conceituais aplicados
Eixo vertical – Número de alunos que acertaram a resposta

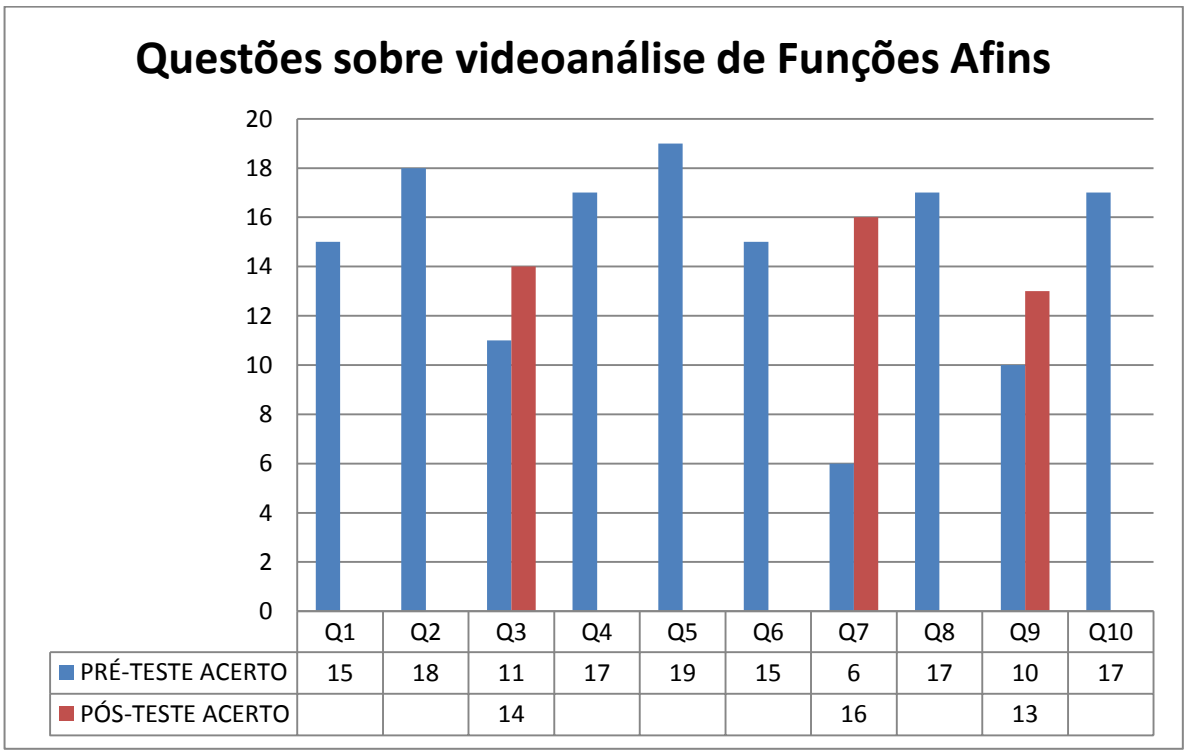
Segunda Aula de IpC – Questões associadas à Videoanálise de Funções Afins

22/10/2018 – Turma 2

Tabela de medidas e ganho de Hake – Turma 2 – Aula de Funções Afins – IpC

RELATÓRIO DE PESQUISA												
DATA	QUESTÃO	QUANTIDADE		PRÉ-TESTE				PÓS-TESTE				GANHO DE HAKE
		PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	ACERTO	%	ERRO	%	
22/10/2018	Q1	20	4	15	75	5	25					
	Q2	20	4	18	90	2	10					
	Q3	20	4	11	55	9	45	14	70	6	30	0,333333333
	Q4	20	4	17	85	3	15					
	Q5	20	4	19	95	1	5					
	Q6	20	4	15	75	5	25					
	Q7	20	4	6	30	14	70	16	80	4	20	0,714285714
	Q8	20	4	17	85	3	15					
	Q9	20	4	10	50	10	50	13	65	7	35	0,3
	Q10	20	4	17	85	3	15					
	MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE											0,449206349

Gráfico associado à tabela com medidas de acertos em pré-testes e pós-testes



Legenda: Eixo horizontal – Testes conceituais aplicados
Eixo vertical – Número de alunos que acertaram a resposta

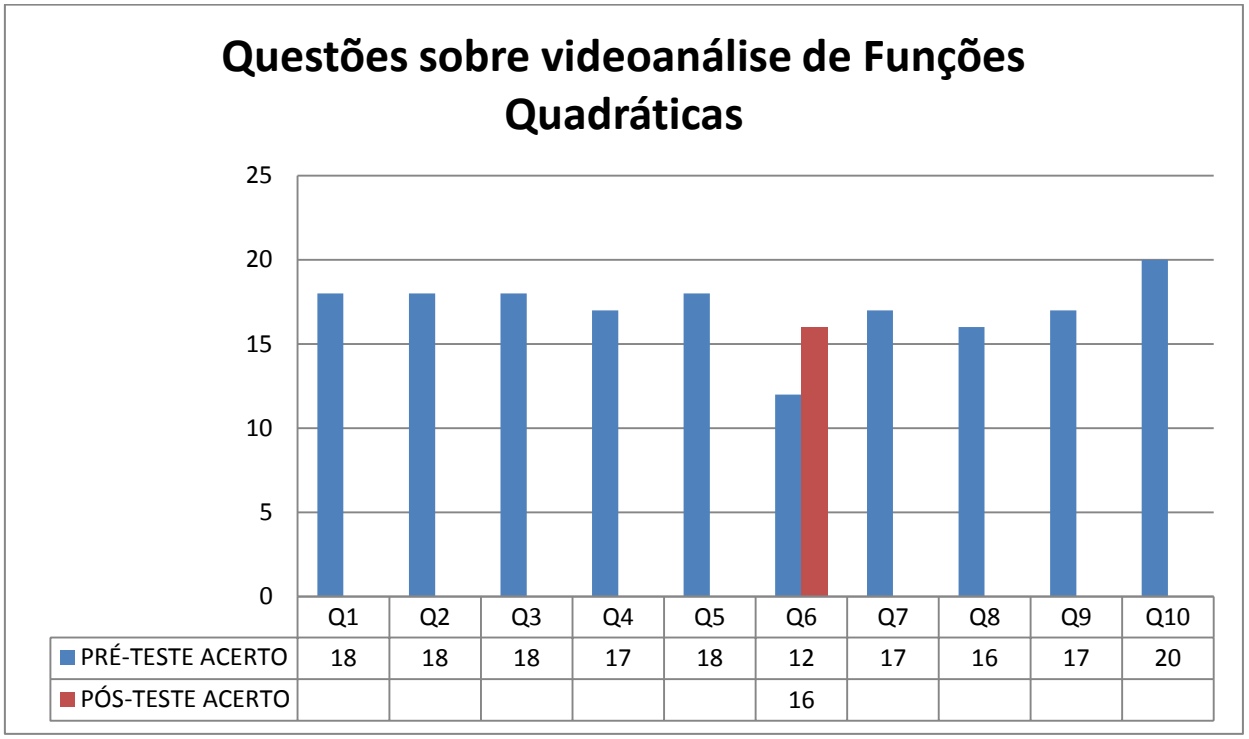
Terceira Aula de IpC – Questões associadas à Videoanálise de Funções Quadráticas

05/11/2018 – Turma 2

Tabela de medidas e ganho de Hake – Turma 2 – Aula de Funções Quadráticas – IpC

RELATÓRIO DE PESQUISA												
DATA	QUESTÃO	QUANTIDADE		PRÉ-TESTE				PÓS-TESTE				GANHO DE HAKE
		PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	ACERTO	%	ERRO	%	
05/11/2018	Q1	18	6	18	100	0	0					
	Q2	18	6	18	100	0	0					
	Q3	19	5	18	94,7	1	5,263					
	Q4	19	5	17	89,5	2	10,53					
	Q5	19	5	18	94,7	1	5,263					
	Q6	19	5	12	63,2	7	36,84	16	84,2	3	15,8	0,571428571
	Q7	22	2	17	77,3	5	22,73					
	Q8	22	2	16	72,7	6	27,27					
	Q9	23	1	17	73,9	6	26,09					
	Q10	23	1	20	87	3	13,04					
	MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE											0,571428571

Gráfico associado à tabela com medidas de acertos em pré-testes e pós-testes



Legenda: Eixo horizontal – Testes conceituais aplicados
Eixo vertical – Número de alunos que acertaram a resposta

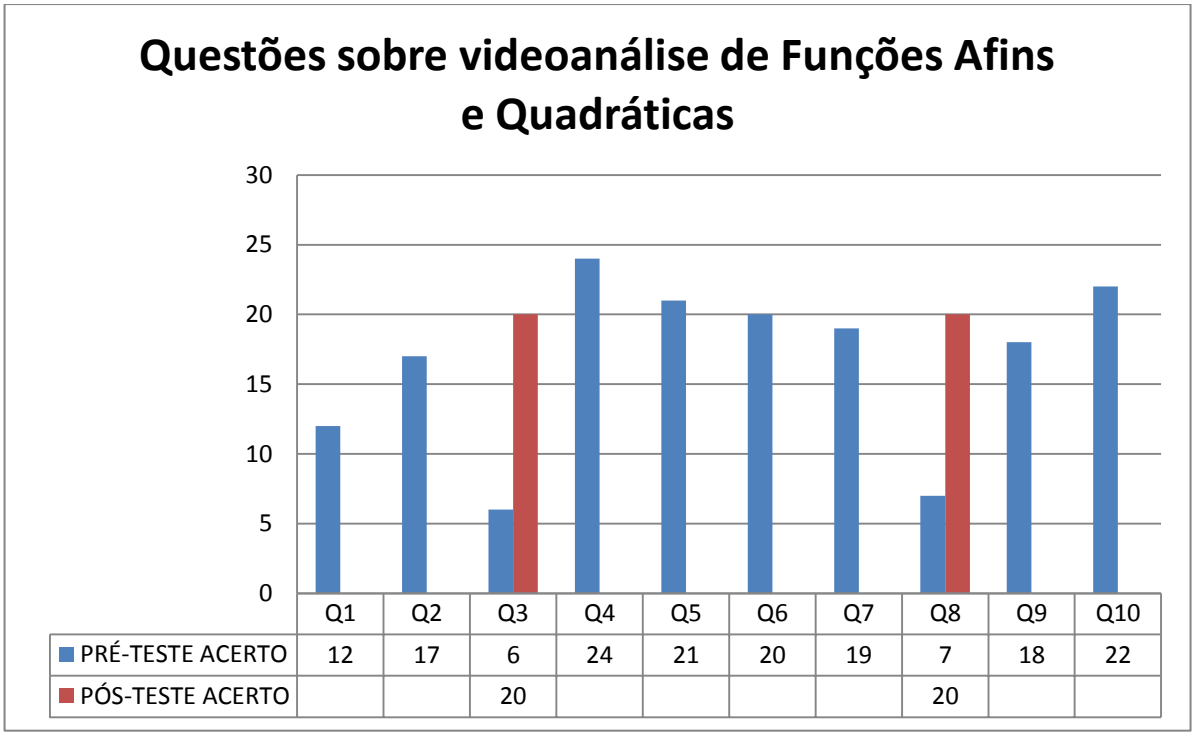
Quarta Aula de IpC – Questões associadas à Videoanálise de Funções Afins e Quadráticas

Conclusão – 12/11/2018 – Turma 2

Tabela de medidas e ganho de Hake – Turma 2 – Aula de Funções Afins e Quadráticas – IpC

RELATÓRIO DE PESQUISA												
DATA	QUESTÃO	QUANTIDADE		PRÉ-TESTE				PÓS-TESTE				GANHO DE HAKE
		PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	ACERTO	%	ERRO	%	
12/11/2018	Q1	20	4	12	60	8	40					
	Q2	20	4	17	85	3	15					
	Q3	20	4	6	30	14	70	20	100	0	0	1
	Q4	24	0	24	100	0	0					
	Q5	24	0	21	87,5	3	12,5					
	Q6	24	0	20	83,3	4	16,67					
	Q7	24	0	19	79,2	5	20,83					
	Q8	23	1	7	30,4	16	69,57	20	87	3	13	0,8125
	Q9	24	0	18	75	6	25					
	Q10	24	0	22	91,7	2	8,333					
	MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE											0,90625
MÉDIA ARITMÉTICA GERAL DE GANHO DE HAKE ====>												0,710032918

Gráfico associado à tabela com medidas de acertos em pré-testes e pós-testes



Legenda: Eixo horizontal – Testes conceituais aplicados
Eixo vertical – Número de alunos que acertaram a resposta

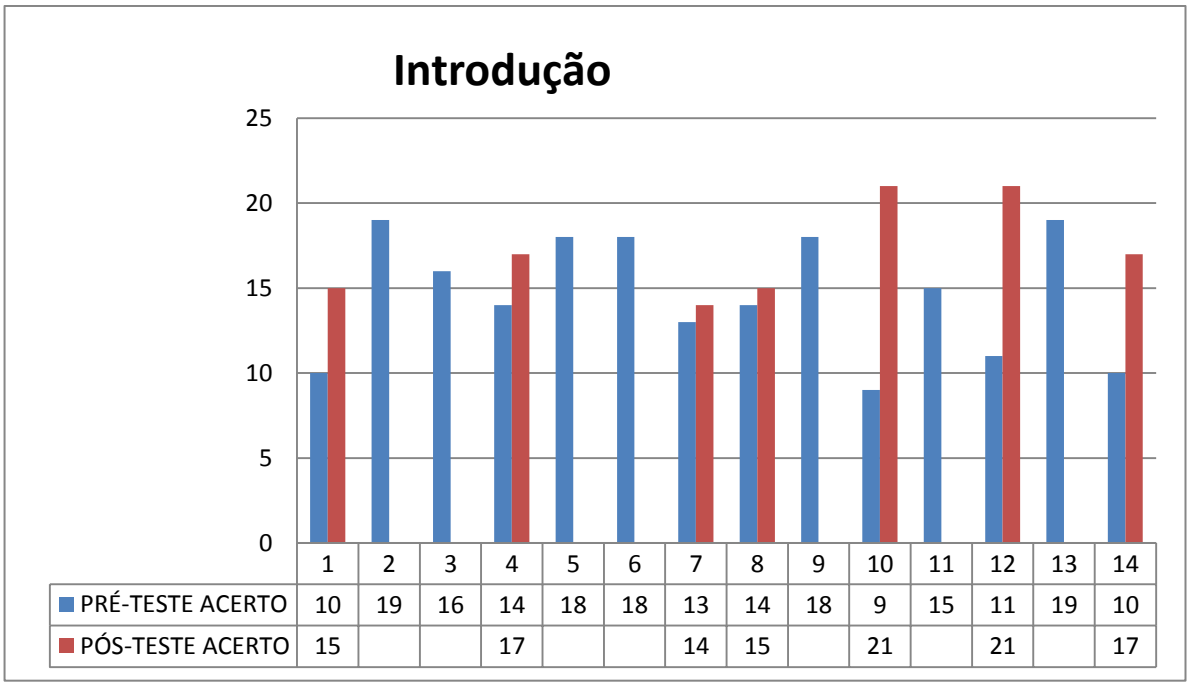
Primeira Aula de IpC – Introdução – 10/10/2018 – Turma 3

Tabela de medidas e ganho de Hake – Turma 3 – Aula de Introdução IpC

RELATÓRIO DE PESQUISA

DATA	QUESTÃO	QUANTIDADE		PRÉ-TESTE				PÓS-TESTE				GANHO DE HAKE
		PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	ACERTO	%	ERRO	%	
10/10/2018	1	21	4	10	47,6	11	52,38	15	71,4	6	28,6	0,454545455
	2	21	4	19	90,5	2	9,524					
	3	21	4	16	76,2	5	23,81					
	4	21	4	14	66,7	7	33,33	17	81	4	19	0,428571429
	5	21	4	18	85,7	3	14,29					
	6	21	4	18	85,7	3	14,29					
	7	21	4	13	61,9	8	38,1	14	66,7	7	33,3	0,125
	8	21	4	14	66,7	7	33,33	15	71,4	6	28,6	0,142857143
	9	21	4	18	85,7	3	14,29					
	10	21	4	9	42,9	12	57,14	21	100	0	0	1
	11	21	4	15	71,4	6	28,57					
	12	21	4	11	52,4	10	47,62	21	100	0	0	1
	13	21	4	19	90,5	2	9,524					
	14	21	4	10	47,6	11	52,38	17	81	4	19	0,636363636
	MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE											0,541048237

Gráfico associado à tabela com medidas de acertos em pré-testes e pós-testes



Legenda: Eixo horizontal – Testes conceituais aplicados
Eixo vertical – Número de alunos que acertaram a resposta

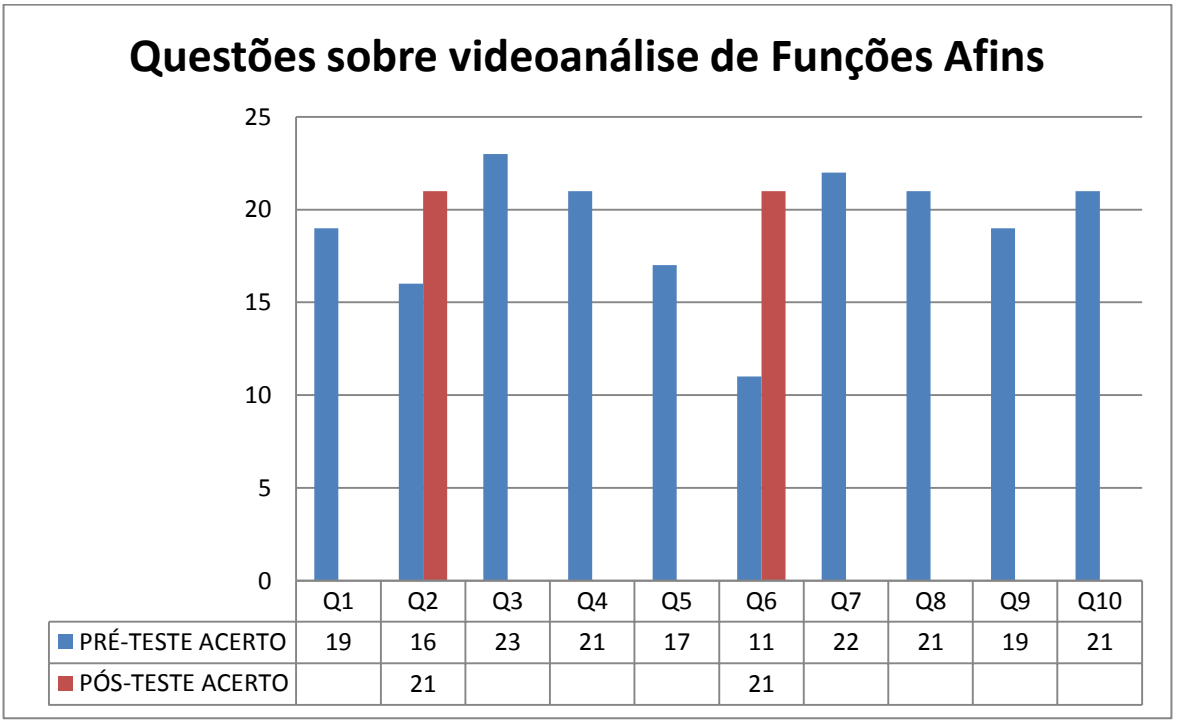
Segunda Aula de IpC – Questões associadas à Videoanálise de Funções Afins

22/10/2018 – Turma 3

Tabela de medidas e ganho de Hake – Turma 3 – Aula de Funções Afins – IpC

RELATÓRIO DE PESQUISA												
DATA	QUESTÃO	QUANTIDADE		PRÉ-TESTE				PÓS-TESTE				GANHO DE HAKE
		PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	ACERTO	%	ERRO	%	
22/10/2018	Q1	23	2	19	82,6	4	17,39					
	Q2	23	2	16	69,6	7	30,43	21	91,3	2	8,7	0,714285714
	Q3	23	2	23	100	0	0					
	Q4	24	1	21	87,5	3	12,5					
	Q5	24	1	17	70,8	7	29,17					
	Q6	24	1	11	45,8	13	54,17	21	87,5	3	12,5	0,769230769
	Q7	24	1	22	91,7	2	8,333					
	Q8	24	1	21	87,5	3	12,5					
	Q9	24	1	19	79,2	5	20,83					
	Q10	24	1	21	87,5	3	12,5					
	MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE											0,741758242

Gráfico associado à tabela com medidas de acertos em pré-testes e pós-testes



Legenda: Eixo horizontal – Testes conceituais aplicados
Eixo vertical – Número de alunos que acertaram a resposta

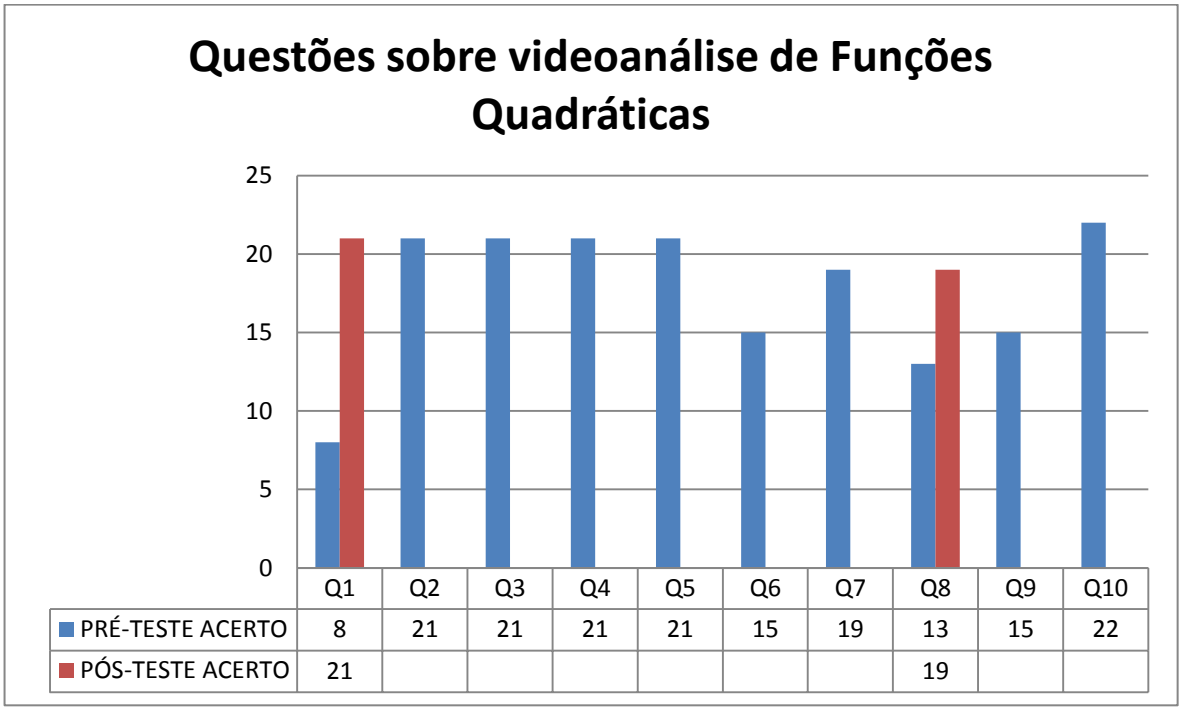
Terceira Aula de IpC – Questões associadas à Videoanálise de Funções Quadráticas

05/11/2018 – Turma 3

Tabela de medidas e ganho de Hake – Turma 3 – Aula de Funções Quadráticas – IpC

RELATÓRIO DE PESQUISA												
DATA	QUESTÃO	QUANTIDADE		PRÉ-TESTE				PÓS-TESTE				GANHO
		PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	ACERTO	%	ERRO	%	DE HAKE
05/11/2018	Q1	21	4	8	38,1	13	61,9	21	100	0	0	1
	Q2	21	4	21	100	0	0					
	Q3	21	4	21	100	0	0					
	Q4	21	4	21	100	0	0					
	Q5	21	4	21	100	0	0					
	Q6	21	4	15	71,4	6	28,57					
	Q7	21	4	19	90,5	2	9,524					
	Q8	21	4	13	61,9	8	38,1	19	90,5	2	9,52	0,75
	Q9	15	10	15	100	0	0					
	Q10	23	2	22	95,7	1	4,348					
	MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE											0,875

Gráfico associado à tabela com medidas de acertos em pré-testes e pós-testes



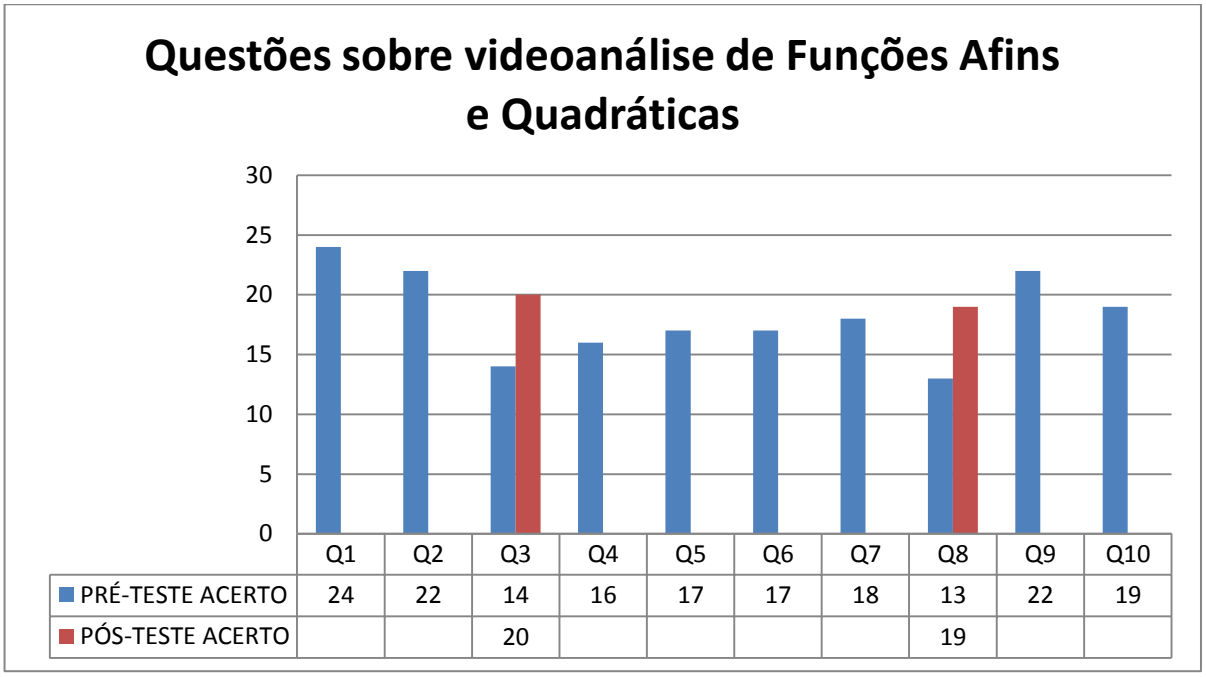
Legenda: Eixo horizontal – Testes conceituais aplicados
Eixo vertical – Número de alunos que acertaram a resposta

Quarta Aula de IpC – Questões associadas à Videoanálise de Funções Afins e Quadráticas
Conclusão – 12/11/2018 – Turma 3

Tabela de medidas e ganho de Hake – Turma 3 – Aula de Funções Afins e Quadráticas – IpC

RELATÓRIO DE PESQUISA												
DATA	QUESTÃO	QUANTIDADE		PRÉ-TESTE				PÓS-TESTE				GANHO
		PRESENTES	AUSENTES	ACERTO	%	ERRO	%	ACERTO	%	ERRO	%	DE HAKE
12/11/2018	Q1	24	0	24	100	0	0					
	Q2	24	0	22	91,7	2	8,333					
	Q3	24	0	14	58,3	10	41,67	20	83,3	4	16,7	0,6
	Q4	18	6	16	88,9	2	11,11					
	Q5	18	6	17	94,4	1	5,556					
	Q6	18	6	17	94,4	1	5,556					
	Q7	18	6	18	100	0	0					
	Q8	23	1	13	56,5	10	43,48	19	82,6	4	17,4	0,6
	Q9	23	1	22	95,7	1	4,348					
	Q10	23	1	19	82,6	4	17,39					
	MÉDIA ARITMÉTICA PARCIAL DE GANHO DE HAKE											0,6
MÉDIA ARITMÉTICA GERAL DE GANHO DE HAKE ====>												0,687306444

Gráfico associado à tabela com medidas de acertos em pré-testes e pós-testes



Legenda: Eixo horizontal – Testes conceituais aplicados
Eixo vertical – Número de alunos que acertaram a resposta