UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

HÉLIO VALDEMAR DAMIÃO FREIRE

**Métodos combinados: Sala de Aula Invertida e *Peer Instruction* como
facilitadores do ensino da matemática**

Lorena

2019

HÉLIO VALDEMAR DAMIÃO FREIRE

**Métodos combinados: Sala de Aula Invertida e *Peer Instruction* como
facilitadores do ensino da matemática**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Estaner Claro Romão.

Versão Corrigida

Lorena

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Freire, Helio Valdemar Damião

Métodos combinados: Sala de Aula Invertida e Peer Instruction como facilitadores do ensino da matemática / Helio Valdemar Damião Freire; orientador Estaner Claro Romão - Versão Corrigida. - Lorena, 2019.

87 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2019

1. Sala de aula invertida. 2. Peer instruction. 3. Ensino médio. 4. Ensino da matemática. 5. Metodologia ativa de aprendizagem. I. Título. II. Romão, Estaner Claro, orient.

A minha esposa e filho, com gratidão e amor, pela compreensão, ajuda e apoio ao longo da elaboração deste trabalho, no qual, durante três férias de janeiro abrimos mão de passeios e diversões, para que tranquilamente eu pudesse me dedicar a esse projeto.

Aos meus queridos alunos, que compreenderam a importância do trabalho e se propuseram a caminhar comigo durante essa jornada, conscientes do legado que juntos deixaremos para as turmas de alunos futuros.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por todas as oportunidades que vêm ao meu encontro por suas mãos.

À minha querida mãe, que pelas mãos de Deus aceitou o desafio de conceber-me a vida, cumprindo com sabedoria a missão de me educar e tornar-me a pessoa que sou hoje, intercedendo pela minha caminhada continuamente.

Ao meu pai (*in memoriam*), que sempre acreditou no meu potencial, incentivando-me e encorajando-me, a superar os desafios e obstáculos que surgem em minha caminhada.

Ao Prof. Dr. Estaner Claro Romão, pela constante prontidão, orientação e apoio durante toda a elaboração deste projeto.

À Universidade de São Paulo, “Escola de Engenharia de Lorena”, pela oportunidade de realização deste curso de mestrado.

À Empresa Pinha Sistemas de Limpeza Ltda., que, através do Sr. Paulo Sérgio Moure dos Reis, teve tolerância para que eu pudesse me ausentar algumas tardes durante esses anos, para poder concluir com êxito este projeto.

A tarefa crítica da ciência não é completa e jamais o será, pois é mais do que truísmo dizer que não abandonamos metodologias e superstições, mas apenas substituímos as velhas variações por novas (MEDAWAR, 1974, p. 1107).

RESUMO

FREIRE, Hélio Valdemar Damião. **Métodos combinados:** Sala de Aula Invertida e *Peer Instruction* como facilitadores do ensino da matemática. 2019. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2019.

Este trabalho trata do uso da combinação de duas metodologias ativas de aprendizagem: a Sala de Aula Invertida e o *Peer Instruction* para o ensino de matemática no ensino médio, considerando como problema a dificuldade de aprendizagem dos alunos em prosseguir os estudos da matemática no ensino médio, em virtude da defasagem de aprendizagem na disciplina em séries anteriores. O objetivo deste trabalho é investigar o uso dos métodos de forma combinada: a Sala de Aula Invertida e a *Peer Instruction*, durante as aulas de matemática para alunos do 2º ano do ensino médio, como possibilidade de abordagem de conteúdos pelo professor de forma interativa, tornando os alunos agentes e participativos no processo de aprendizagem. A Sala de Aula Invertida consiste em inverter a dinâmica da aula dos alunos; ou seja, eles fazem em casa o que tradicionalmente realizam em sala de aula e em sala de aula realizam as atividades que eram feitas em casa. Enquanto a *Peer Instruction* consiste na resolução de exercícios pelos alunos em sala de aula, após a apresentação de uma questão pelo professor. Primeiramente, eles a resolvem individualmente. Dependendo do resultado (percentual de acertos da sala), discutem a resolução da questão em grupo. Na abordagem dos métodos de forma combinada, o processo de avaliação e *feedback* são imediatos durante as aulas de *Peer Instruction*. Os resultados quantitativos mostram que a combinação dos métodos tem impactos positivos sobre a aprendizagem dos alunos, demonstrados a partir das avaliações e análises estatísticas. Quanto à interação e participação em sala de aula e em casa, demonstram que os alunos se motivam e participam ativamente das aulas, e gradativamente aprendem a trabalhar em grupos melhorando assim o relacionamento e a ajuda entre eles. Os resultados obtidos neste trabalho sugerem que ambos os métodos – a Sala de Aula Invertida e a *Peer Instruction* – podem ser aplicados de forma combinada, e seus resultados demonstram ganhos de aprendizagem, melhoria no relacionamento interpessoal e dinamismo das aulas, além de estar em sintonia com o estilo de vida dos alunos atuais e as novas tecnologias de informação utilizadas como facilitadoras de ensino.

Palavras-chave: Sala de Aula Invertida. *Peer Instruction*. Ensino médio. Ensino da matemática. Metodologia ativa de aprendizagem. Métodos combinados. Trabalho em grupo.

ABSTRACT

FREIRE, Hélio Valdemar Damião. **Combined methods:** Flipped classroom and Peer instruction as Mathematics teaching facilitators. 2019. 87 p. Dissertation (Master of Science) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, 2019.

This work addresses the use of a combination of two active learning methodologies as follows: Flipped classroom and Peer instruction for teaching Mathematics in Secondary school, considering the students' learning difficulties when following their studies of Mathematics in Secondary school due to a learning discrepancy in previous lower grades. The objective of this work is investigate the combined use of these two methods. Taking both Flipped classroom and Peer instruction during Mathematics classes to second grade students of secondary school as a possibility of a teacher approaching content in an interactive way thus making students active and agent players in the learning process. The Flipped classroom consists in reversing the dynamics of the students' class, that is, they do at home what was traditionally done in class and do in class what was traditionally done at home. While Peer instruction consists in students resolving exercises proposed by the teacher in groups and after that the same students resolve the exercises individually and, depending on the result (the percentage of correct exercises in class) they resolve the question in group. when the approach uses both methods combined, the feedback and the evaluation system are immediate during the Peer instruction's class. The quantitative results show that the combination of the two methods has positive impacts on the students' learning, which is verifiable through evaluations and statistical analysis. As for the interaction and participation both in class and at home, the combined methods show that students get motivated and participate actively in the classes and gradually learn how to work in groups thus improving their relationship and mutual help. The results obtained from this work suggest that both methods – Flipped classroom and Peer instruction – combined can be applied and their results present continuous learning improvement, boost interpersonal relationship and class dynamics besides being connected to today's students' life style and new information technologies used as teaching facilitators.

Keywords: Flipped classroom. Peer instruction. Secondary school. Mathematics teaching. Active learning methodology. Combined methods. Group activity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Identificação visual utilizada pelo professor para monitorar os alunos na resolução de exercícios.....	37
Figura 2 – Formulário utilizado para os alunos marcarem as respostas manualmente	38
Figura 3 – Aluno registrando a alternativa da questão em planilha de <i>excel</i>	39
Figura 4 – Exemplo dos <i>cards</i> entregues aos alunos	39
Figura 5 – Alunos apresentando seus <i>cards</i> de acordo com a alternativa que acharam correta	40
Figura 6 – Coleta das respostas pelo professor através do <i>smartphone</i> e aplicativo <i>Plickers</i>	40
Figura 7 – Registro do aluno, referente às respostas das questões apresentadas	44
Figura 8 – <i>PrintScrin</i> da tela de postagem dos alunos	45
Figura 9 – Evidência de registro manual preenchido pelo aluno	46
Figura 10 – Aplicação da <i>Peer Instruction</i>	49
Figura 11 – Planilha demonstrativa para lançamento das respostas pelos alunos.....	50
Figura 12 – Resultados dos apontamentos dos alunos referentes à questão 1.1	51
Figura 13 – Resultados dos alunos referentes à questão 1.2, após aplicação da <i>Peer Instruction</i>	52
Figura 14 – Realizando exercícios em grupo composto por alunos com conhecimentos similares.....	54
Figura 15 – Professor explicando aos alunos com maior dificuldade de aprendizado.....	54
Figura 16 – Evidência de cadastro dos alunos no aplicativo <i>Plickers</i>	55
Figura 17 – Exemplo de questões cadastradas no <i>Plickers</i>	56
Figura 18 – Exemplo de questões nas quais foram utilizados o <i>PowerPoint</i> e o <i>Plickers</i>	57
Figura 19 – Informação aos alunos via <i>WhatsApp</i> referente a suas postagens	60
Figura 20 – Comparativo assiduidade dos alunos.....	61
Figura 21 – Comparativo das notas individuais dos alunos (1º e 2º bimestres de 2017)	63
Figura 22 – Comparativo da média geral da sala (1º e 2º bimestres).....	64
Figura 23 – Comparativos percentuais das notas individuais dos alunos, considerando o 1º e o 2º bimestres de 2018.....	65
Figura 24 – Percentuais comparativos das notas individuais dos alunos da turma de comparação	66
Figura 25 – Comparativo das três turmas em relação à melhoria individual de cada aluno considerando 1º e 2º bimestres	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formato genérico para teste conceitual.....	25
Tabela 2 – Comparação do uso do tempo nas salas de aula tradicional e invertida.	29
Tabela 3 – Conteúdos, datas e quantidade de horas-aulas trabalhadas em 2017 ...	34
Tabela 4 – Conteúdos, datas e quantidade de horas-aulas trabalhadas em 2018 ...	35
Tabela 5 – Lista de vídeos, livro didático, conteúdos, suas respectivas localizações	36
Tabela 6 – Interpretação dos valores segundo Cohen	68
Tabela 7 – Interpretação dos valores segundo Gery	68

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 Desafio e contextualização do ensino da matemática	14
2.2 Teorias sobre métodos de ensino x parecer do professor	16
2.3 Avaliação	22
3 DETALHAMENTO DOS MÉTODOS APLICADOS NO PROJETO.....	25
3.1 <i>Peer Instruction</i>.....	25
3.1.1 Motivando os estudantes	26
3.1.2 Guia para preparar uma aula baseada na <i>Peer Instruction</i>	27
3.2 Sala de Aula Invertida.....	28
3.2.1 Conceito básico da Sala de Aula Invertida	28
4 APLICANDO OS MÉTODOS COMBINADOS	31
4.1 Coleta de dados	31
4.2 Conteúdos abordados durante a aplicação dos métodos	34
4.3 Vídeos gravados e livro didático.....	35
4.4 Materiais de apoio.....	37
4.4.1 Diário do aluno.....	37
4.4.2 Sistema de identificação visual	37
4.4.3 Registro das alternativas das respostas dos alunos	38
4.4.4 Recursos tecnológicos, audiovisuais e outros utilizados pelo professor	41
4.4.4.1 Para gravação, edição e publicação dos vídeos.....	41
4.4.4.2 Para ser utilizado em sala de aula.....	41
4.5 A aplicação dos métodos combinados na turma de 2017	42
4.5.1 Preliminares	42
4.5.2 Aplicando os métodos	43
4.5.3 Aplicando o método Sala de Aula Invertida através de leitura e interpretação de textos matemáticos	47
4.6 A aplicação dos métodos combinados na turma de 2018	52
4.6.1 Aplicando o método Sala de Aula Invertida	53
4.6.2 Aplicando o método <i>Peer Instruction</i> com a utilização da ferramenta <i>Plickers</i>	55
4.6.3 Sala de comparação	57
4.7 Contribuição adicional do método Sala de Aula Invertida.....	57

5 AVALIAÇÃO.....	59
5.1 Avaliação de <i>performance</i>.....	59
5.1.1 Avaliação das postagens dos vídeos	59
5.1.2 Avaliação quanto à assiduidade dos alunos	60
5.1.3 Avaliação da postura dos alunos em sala de aula	62
5.2 Avaliação de desempenho	63
5.2.1 Turma de 2017	63
5.2.2 Turma de 2018.....	64
5.2.3 Analisando a turma de comparação do segundo ano.....	65
5.2.4 Analisando as três turmas	66
5.2.5 Avaliação do efeito da aplicação dos métodos	67
5.2.5.1 Análise segundo fatores de g de Gery e desvio padrão da turma de 2017...	69
5.2.5.2 Análise segundo fatores de Gery e desvio padrão da turma de 2018.....	69
5.2.5.3 Análise segundo fatores de Gery e desvio padrão da turma de 2018, sala de comparação	69
5.2.5.4 Análise segundo fatores de Cohen na comparação da turma de 2018 (Grupo experimental x Grupo de controle)	70
5.2.5.5 Análise segundo fatores de Cohen na comparação da turma de 2017 (sala de aplicação dos métodos) com a sala de comparação (Grupo de controle de 2018)	70
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS	76
APÊNDICE A – Modelo sugerido ao aluno para registro de suas atividades e autoavaliação	79
APÊNDICE B – Questionário aplicado antes da aplicação dos métodos	80
APÊNDICE C – Formulário para orientação inicial aos alunos.....	82
APÊNDICE D – Controle de postagem nas videoaulas	83
APÊNDICE E – Planilha de análise da turma de 2017 (pré e pós-teste)	84
APÊNDICE F – Planilha de análise da turma de aplicação de 2018 – pré-teste (1º bimestre) e pós-teste (2º bimestre)	85
APÊNDICE G – Planilha de análise da turma de comparação de 2018 – pré-teste (1º bimestre) e pós-teste (2º bimestre)	86
APÊNDICE H – Planilha resumo geral de análise das três turmas do projeto...	87

1 INTRODUÇÃO

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), em seu artigo 36, apresenta o ensino médio como etapa final da educação básica, e portanto orienta aos sistemas de ensino que os mesmos devem “[...] assegurar a todos os cidadãos o aprimoramento do educando como pessoa humana e dotá-lo com os instrumentos que o permitam continuar aprendendo” (BRASIL, 1999, p. 46).

O Artigo 36, inciso II, das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) determina, como diretriz,

A adoção de metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes [...], e a facilidade em acessar, selecionar e processar informações estão cada vez mais integrados e integrados são também as competências e habilidades requeridas por uma organização da produção, na qual a criatividade, autonomia e a capacidade de solucionar problemas serão cada vez mais importantes comparadas a repetições de tarefas rotineiras (BRASIL, 1999, p. 46).

Para o ensino da matemática no ensino médio, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) entendem que o professor deve propiciar um ambiente que desafie o aluno na busca do conhecimento, despertá-lo para o espírito de pesquisa, e considera ainda que a aula expositiva e livros são apenas alguns recursos, diante da diversidade de recursos didáticos e estratégias utilizados no ensino da matemática (BRASIL, 1999).

Considerando as necessidades e os objetivos do ensino médio, resumidamente apresentados acima, percebe-se uma lacuna, quando confrontados com a realidade dos alunos da escola onde foi aplicado o projeto proposto: uma escola estadual do estado de São Paulo, localizada no município de Guaratinguetá, na qual alunos e professor de matemática do ensino médio deparam-se com a dificuldade em encontrar um caminho para o ensino de matemática, para que ambos possam desenvolver um aprendizado construtivo e contínuo.

Se por um lado o professor conta com uma limitação de recurso, e em muitos casos é disponibilizado para ele apenas a sala de aula com 25 a 40 alunos, enfileirados, um quadro com giz branco e uma jornada intensa de aulas a serem ministradas durante uma semana, por outro lado, conforme avaliações realizadas tanto pelo professor como avaliações propostas pelo Estado, através da Avaliação de Aprendizagem em Processo (AAP), os alunos, ao chegarem no ensino médio,

deparam-se com um *déficit* de aprendizagem em matemática, desinteresse pela disciplina, pelo método e recursos utilizados pelo professor.

Dentro desse cenário, o objetivo desta pesquisa é verificar se a utilização de métodos combinados, como a Sala de Aula Invertida e a *Peer Instruction* (Instrução por Pares), pode contribuir positivamente para o processo de ensino e aprendizagem de matemática para esses alunos.

A ideia da sala de aula invertida é realizar em casa o que é feito em sala de aula, como em alguns casos atualmente, geralmente em sala de aula, os alunos copiam matérias da lousa ou ficam em silêncio ouvindo a explicação do professor, e a prática e resolução de situações problemas, que tradicionalmente é feita como trabalho de casa, será realizada em sala de aula (BERGMANN; SAMS, 2016). E a proposta é combinar esta ideia com o método da *Peer Instruction*, como alternativa para trabalhar em sala de aula, método que consiste, segundo Mazur (2015), em reunir a sala em grupos, e o professor elabora um conjunto de questões curtas sobre os pontos-chave de cada conteúdo que está sendo abordado, ou seja, para cada conteúdo será elaborada uma questão abordando o assunto que está sendo discutido. A princípio é dado um tempo para o aluno formular sua resposta e, em seguida, ele deve discutir com seus colegas.

Dessa forma, pensa-se que, ao aplicar esses dois métodos combinados para os alunos do 2º ano do ensino médio, os resultados possibilitem uma alternativa para maior engajamento dos alunos, tornando-os naturalmente agentes do seu próprio aprendizado.

Merseeth (2016) acredita que tornar o percurso escolar menos maçante ao aluno possa ser viável através, dentre outras coisas, do uso de tecnologias, de forma disciplinada e metódica. Além disso, para ela é importante desenvolver nos alunos o raciocínio lógico, para conectar novas informações com as informações que os alunos construíram ao longo de sua formação, e conseguir chegar a conclusões, o sentimento de curiosidade e persistência para ir a fundo em um determinado problema e desenvolver a criatividade e persistência para inovar.

Com a aplicação dos dois métodos, serão propiciados aos alunos momentos diversificados de aprendizagem: assistir as aulas quantas vezes forem necessárias, através da gravação feita e enviada pelo professor; prática individual e em pares, na realização de atividades e na resolução de problemas, que ocorrerá durante as aulas em sala de aula; retomada dos conceitos, quando necessário; bem como expressar-

se para emitir opinião sobre determinada questão durante a aplicação da *Peer Instruction*. Espera-se que o ambiente durante as aulas seja dinâmico, interativo e enriquecedor, principalmente motivador para alunos e professor.

Este trabalho foi estruturado em cinco capítulos, cada um deles com os seus propósitos específicos.

No capítulo 1, serão apresentadas algumas teorias a respeito do processo de aprendizagem que justifiquem a utilização de metodologia ativa de aprendizagem – a Sala de Aula Invertida e a *Peer Instruction* – e sua aplicação prática em sala de aula.

Nos capítulos 2 e 3, serão apresentados em detalhes todos os recursos utilizados durante a aplicação dos métodos, as facilidades e dificuldades encontradas, bem como será detalhada toda a metodologia desenvolvida pelo professor e suas interfaces professor, aluno e comunidade escolar.

No capítulo 4, serão discutidos a eficácia da aplicação dos métodos no ensino de matemática com alunos do segundo ano do ensino médio, suas vantagens sobre o método tradicional, a importância da preparação prévia dos alunos para as aulas, os resultados alcançados em termos de faltas ou evasão escolar e a melhoria de notas em relação a bimestres anteriores.

No capítulo 5, serão apresentadas algumas considerações finais sobre o trabalho desenvolvido.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

“Os anões só conseguem “enxergar mais longe” por estarem apoiados nos ombros de gigantes” (FEAK; SWALES, 2009, p. 2 *apud* MOTTA-ROTH; HENDGES, 2010, p. 90).

A busca por novas metodologias de ensino e aprendizagem que atendam a evolução da tecnologia, bem como as mudanças sociais, familiares e relacionamentos entre escolas, famílias e comunidade, vem sendo estudada e defendida por diversos autores. Neste capítulo, serão apresentadas as justificativas e propostas de alguns autores que fundamentam a aplicação deste projeto.

2.1 Desafio e contextualização do ensino da matemática

Percebe-se que as necessidades da vida contemporânea exigem novas habilidades e posturas. Para Merseth (2016), seria bom que as escolas respondessem três questões básicas, propostas pelo pai da administração Peter Drucker, sendo elas: Em qual negócio estamos? Quem são nossos clientes? E o que afinal nossos clientes consideram valiosos? (DRUCKER, 2000 *apud* MERSETH, 2016).

Na terceira questão apresentada reside o desafio desse trabalho, pois, ao conhecer os clientes, os resultados que os mesmos vêm obtendo através de avaliações, como o Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (Saresp), a Avaliação de Aprendizagem em Processo (AAP) e a própria avaliação do professor em sala de aula, percebe-se a necessidade de buscar alternativas que contribuam para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009, p. 31),

Os desafios do mundo contemporâneo, particularmente os relativos às transformações pelas quais a educação escolar necessita passar, incidem diretamente sobre os cursos de formação inicial e continuada de professores, cujos saberes e práticas tradicionalmente estabelecidos e disseminados dão sinais inequívocos de esgotamento.

Esses autores denominam o senso comum pedagógico, presente no ensino da área de ciências, no qual boa parte dos professores estão sujeitos. E para esses professores do senso comum pedagógico, a aprendizagem dos alunos está vinculada

à repetição e memorização de conteúdo, essa metodologia vem vigorando no Brasil há algum tempo tratando de forma simplista o processo de ensino e aprendizagem.

Outra crítica desses autores, se relaciona ao uso excessivo e muitas vezes único do livro didático em sala de aula, por boa parte dos professores, pois, embora o livro didático por melhor que seja, deve ser considerado apenas como apoio ou mais um recurso disponível ao professor durante suas aulas.

Para Severino (1993 *apud* DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNABUCO, 2009), uma outra possibilidade para contextualizar o ensino de ciências e matemática é considerar as três esferas do conhecimento: a simbólica, a social e a produtiva. Estas esferas se relacionam direta e mutuamente, em sua tentativa de caracterização do perfil do aluno, no que diz respeito ao ensino e aprendizagem de ciências.

Quanto à esfera simbólica, deve-se considerar o conhecimento que o aluno traz consigo para a sala de aula, o qual foi desenvolvido desde sua infância. De acordo com Delizoicov; Angotti; Pernambuco (2009, p. 130), “O ser humano, sujeito de sua aprendizagem, nasce em um ambiente mediado por outros seres humanos, pela natureza e por artefatos materiais e sociais”.

A esfera social compreende a unidade familiar, a escola, o trabalho e outras relações. Neste sentido, os autores referem-se a pelo menos quatro tipos de organização: a família (pais e filhos); a família extensa, que inclui avós, primos e outros parentes; a instituição, no caso de adolescentes internados; o grupo primário mais próximo, para os adolescentes que vivem nas ruas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009). No pequeno grupo familiar é que acontece uma diversidade de situações e vivências que, ao longo dos anos, influenciam, de uma certa forma, o vocabulário, os valores e as atitudes do educando. E a escola, outro espaço social, possui como uma de suas finalidades principais possibilitar o acesso ao conhecimento sistematizado. E “[...] é em torno dessa função que, ao menos em sua atribuição legal, deveriam estar sendo organizadas as atividades escolares. Assim a escola é também o local onde se aprende valores, regras e modos de convivência social” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 142). Por fim, o trabalho, a terceira dimensão da sociabilidade. Segundo os autores, as regras, os valores e o respeito às hierarquias, necessários ao ambiente de trabalho, foram muitas vezes aprendidos durante o convívio nas relações escolares.

Portanto, é na escola, por meio da variedade de metodologias utilizadas pelos professores, e na diversidade de situações vivenciada pelo aluno, como: Ocorrências,

respeito às regras, avaliações diversas, entre outras situações, que o educando irá construindo seu perfil, e se preparando para a esfera produtiva, momento no qual será capaz de aplicar suas potencialidades na contribuição de uma sociedade melhor.

Desta forma, a utilização de analogias pelo professor subsidia a aplicação do método da *Peer Instruction* em sala de aula. Por meio desse recurso, o professor pode resgatar o aprendizado que o aluno construiu, conforme descrito acima na esfera simbólica. Estudos realizados por Zambon; Terrazzan (2013, p. 1) indicam que

Analogias são consideradas recursos didáticos potencialmente úteis, pois servem para mediar o processo de aprendizagem de conceitos/fenômenos/assuntos desconhecidos, mediante o estabelecimento de relações de semelhança e diferença com situações familiares.

2.2 Teorias sobre métodos de ensino x parecer do professor

Alguns estudiosos e pesquisadores propõem alternativas e orientações para que o professor possa buscar melhoria em sua missão de ensinar.

Perrenoud (2000), por exemplo, aborda as dez novas competências para ensinar. De uma certa forma, pode-se considerar que é uma das tentativas na qual o professor deve se apoiar para a realização de sua prática cotidiana. Ao organizar e dirigir situações de aprendizagem, como primeira competência, Perrenoud sugere que o professor deve “conhecer, para determinada disciplina, os conteúdos a serem ensinados e sua tradução em objetivos de aprendizagem” (PERRENOUD, 2000, p. 24), e conciliar a metodologia a ser utilizada em conformidade com a aprendizagem que os alunos trazem consigo e construíram ao longo de suas vidas, visando ao envolvimento dos alunos em atividades de pesquisa, em projetos de conhecimento. Em concordância, durante a aplicação, percebeu-se que a utilização dos métodos propiciou um ambiente de engajamento entre o professor e os alunos, corroborando com os estudos de Perrenoud, 2000. Em sua quarta competência, sugere que o professor deve envolver os alunos em suas aprendizagens e em seu trabalho. Para tanto, deve “[...] suscitar o desejo de aprender, explicitar a relação com o saber, o sentido do trabalho escolar e desenvolver na criança a capacidade de auto avaliação” (PERRENOUD, 2000, p. 69).

Como na abordagem da *Peer Instruction*, acredita-se que será desenvolvido nos alunos o sentido de cooperação mútua. É fundamental situá-los de que o

desenvolvimento da cooperação passa, então, por atitudes colaborativas e regras, e pelo constante desenvolvimento de uma cultura de solidariedade e tolerância (PHILIBERT; WIEL, 1997).

O trabalho em equipe, que também é a quinta competência para ensinar, conforme Perrenoud (2000), estabelece-se fortemente durante as aulas, com a aplicação da *Peer Instruction*. O ensino mútuo, um dos objetivos da aplicação da *Peer Instruction*, já existia no século passado na pedagogia inspirada por Giollito (1993), no qual ele descreve uma situação em que o professor tinha 100 ou 200 alunos heterogêneos e como não podia ocupar-se de todos, organizava o grupo em subgrupos, que ficavam a cargo de monitores, frequentemente alunos mais velhos.

Para o ¹CRESAS (1987, apud PERRENOUD, 2000, p. 63) “não se aprende sozinho” este mesmo autor defende uma “pedagogia interativa, supondo que o professor seja capaz de fazer os alunos trabalharem em equipe” (²CRESAS, 1991, apud PERRENOUD, 2000, p. 63). Com a aplicação da *Peer instruction*, essa habilidade de trabalho em equipe tornou-se um hábito natural entre os alunos.

O uso de novas tecnologias e o conhecimento de manuseio das mesmas são fundamentais para o professor durante a aplicação dos métodos. Em sua oitava competência, Perrenoud (2000, p. 123) afirma que

A escola não pode ignorar o que se passa no mundo, pois as novas tecnologias de informação e da comunicação (TIC) transformam espetacularmente não só nossas maneiras de comunicar, mas também de trabalhar, de decidir e de pensar.

Mais adiante, durante o detalhamento do método Sala de Aula Invertida, poderá ser visto como essas novas tecnologias serão utilizadas.

Os métodos combinados são uma tentativa de criar possibilidades e disponibilizar recursos para que os alunos possam vir a ter acesso à informação de diversas formas, seja em sua residência, seja em sala de aula individualmente ou entre pares, por contato direto com o professor e mesmo durante as explicações de cada questão proposta pelo professor no processo de correção destas.

Desenvolver a autonomia nos alunos é fator necessário e contributivo para o êxito na aplicação dos métodos combinados, pois, em muitos momentos da aplicação

¹ CRESAS. *On n'apprend pas tout seul! Interactions sociales et construction des cannaissances*. Paris: ESF éditeur, 1987.

² CRESAS. *Naissance d'une pédagogie interactive*. Paris: ESF éditeur, 1991.

destes, os alunos precisarão aprimorar e desenvolver a resiliência. Dentre os fatores necessários para o desenvolvimento e aprimoramento da resiliência, citados por Sabbag (2012), é importante que os alunos desenvolvam: a *autoconfiança*, principalmente nos momentos de dificuldades quando trabalharem em grupos ou individualmente de forma que possam acreditar em si mesmo e na própria capacidade de aprender; a *empatia*, para se colocarem no lugar do outro, e ao mesmo tempo contribuir para o aprimoramento de um outro fator de resiliência, que é a *competência social*, pois as reuniões em grupo, durante as seções de *Peer Instruction*, sugerem que haja ajuda mútua entre os alunos; a *pró-atividade*, que norteará todas as atividades, durante a aplicação dos métodos combinados e será necessária principalmente na proposta do método Sala de Aula Invertida; a capacidade de *solucionar problema*, para que possam ser capazes de diagnosticar e propor soluções; e, por fim, mas não menos importante, o fator da *tenacidade*, que será essencial durante todo o projeto, ou seja, que possam persistir e resistir ao longo de todo o processo.

Portanto, no desenvolvimento da autonomia do educando e no aprimoramento dos fatores de resiliência, caberá um esforço mútuo entre professor e aluno. Neste processo de buscar a autonomia, algumas etapas devem ser seguidas, iniciando-se primeiramente pelo respeito aos saberes dos educandos, saberes que foram construídos ao longo da vida do aluno e na qual a escola está inserida (FREIRE, 2017) e, a partir de então, relacionar esses saberes com o conteúdo a ser trabalhado em sala de aula.

O respeito à autonomia do aluno, para Freire (2017), é a partir das suas formas de se expressarem as suas liberdades, é que o professor deverá aproximar o objetivo proposto para determinado conteúdo dos seus alunos.

A autonomia necessária aos educandos poderá ser atingida através de outros conjuntos de ações, dentre os quais deve-se considerar a relação entre a “[...] alegria e esperança, a esperança de que o professor e alunos possam juntos aprender, produzir e resistir aos obstáculos a suas próprias alegrias” (FREIRE, 2017, p. 70). Considere-se, também, a curiosidade, segurança, competência profissional e generosidade, liberdade, saber escutar e, por fim, querer bem aos educandos.

Na aplicação dos métodos, foi disponibilizado aos alunos ambientes de aprendizagem nos quais os mesmos vivenciaram, durante o processo de ensino e

aprendizagem, todos esses conjuntos de ações. Assim, a busca da autonomia fez parte naturalmente do processo.

Para Moran, Masetto e Behrens (2013), a sociedade está mudando, e dentre as diversas mudanças citadas pelos autores, podemos incluir a sua forma de ensinar e aprender. Portanto, antes de o aluno chegar na escola ele já passou por um processo de socialização, contato com mídias digitais, meios de comunicação e outras formas do saber. Dentro deste conceito, a aplicação dos métodos combinados é mais uma contribuição para integrar a tecnologia ao processo educacional da escola.

Por meio da metodologia Sala de Aula Invertida, com o envio dos vídeos, foi ampliada a possibilidade de os alunos assistirem as aulas, quantas vezes forem necessárias, compartilhá-las com os familiares, contribuindo com um dos fatores de motivação para a criação do hábito em estudar, pesquisar e interessar-se naturalmente pelos conceitos e conteúdos pertinentes ao ensino da matemática.

A eficiência dos meios de comunicação com certeza agrega valor no processo de educação, e assim sendo, é uma grande ferramenta na mão do educador, conforme relato abaixo extraído do livro *Novas Tecnologias e mediação pedagógica* (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2013, p. 50):

Os meios de comunicação, desenvolvem formas sofisticadas multidimensionais de comunicação sensorial, emocional e racional, superpondo linguagens e mensagens que facilitam a interação com o público. [...] Televisão e vídeo, partem do concreto, do visível, do imediato, do próximo. O ver está apoiando o falar, suas linguagens interagem superpostas, interligadas, somadas e não separadas. Daí sua força. [...] Televisão e vídeo combinam a comunicação sensorial-sinestésica com a audiovisual, a intuição com a lógica, a emoção com a razão.

Para Moran, Masetto e Behrens (2013), as salas de aula devem ser mais funcionais e em menor quantidade, os ensinamentos devem ser híbridos (tecnologia e aulas tradicionais juntas), ou seja, a tendência é que uma parte da matéria seja predominantemente presencial e a outra predominantemente virtual.

Para eles, saber equilibrar o presencial e o virtual é necessário para o professor nesse processo, pois estar juntos (professor e alunos) faz-se necessário. O desafio que fica ao professor é optar pelos caminhos que levam ao aprender. “O perigo está no uso mais para entretenimento do que pedagógico e na falta de planejamento das atividades didáticas” (MORAN; MASETTO; BAHRENS, 2013, p. 59).

A atenção que o professor deve dar, durante a aplicação dos métodos, para atitudes comportamentais dos alunos, também é lembrada por Kenski (1998, p. 61), quando afirma que

O estilo digital engendra, obrigatoriamente, não apenas o uso de novos equipamentos para a produção e apreensão de conhecimento, mas também novos comportamentos de aprendizagem, novas racionalidades, novos estímulos perceptivos. Seu rápido alastramento e multiplicação, em novos produtos e em novas áreas, obriga-nos a não mais ignorar sua presença e importância.

Quanto ao ensino colaborativo, durante a aplicação da *Peer Instruction*, foi estabelecido a atividade colaborativa entre os alunos. Para Delors *et al.* (1998), a educação ao longo da vida é assentada em quatro pilares: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser.

Para Delors *et al.* (1998), aprender a conhecer, primeiro pilar, implica em aprender a aprender; portanto, espera-se, dentro deste conceito, que os métodos combinados possam instigar os alunos na busca do autoconhecimento, a terem prazer em conhecer, a aprender a pensar, a analisar dados e informações e aplicá-las à realidade, além de propiciar oportunidades para aprenderem a acessar, através da pesquisa dos vídeos via recursos disponíveis (DVD, *internet*, *youtube*, *WhatsApp* e *Blu-ray*), ou mesmo aprender a pesquisar escritas, literatura sobre o assunto a ser estudado em casa, visando à fundamentação para a sala de aula.

Aprender a fazer, segundo pilar, para Delors *et al.* (1998, p. 93), “[...] é uma aprendizagem indissociável do aprender a conhecer, trata-se de ir além da tarefa repetitiva, e buscar o fazer na criação com criticidade e autonomia”, momento vivenciado durante a aplicação do método Sala de Aula Invertida em sala de aula e nas discussões durante as sessões de *Peer Instruction*, pois em grupo os alunos realizam exercícios práticos e contextualizados, discutem entre si e dúvidas existentes são sanadas imediatamente pelo professor.

O aprender a viver juntos, terceiro pilar, as discussões, os aprendizados individuais ou em pares, a disposição em ensinar e deixar-se ensinar, são momentos constantes de interação que são vivenciados em sala de aula durante a aplicação do método; assim, eles têm a oportunidade de reaprender a viverem juntos e, conforme Delors *et al.* (1998), a respeitar as individualidades num processo coletivo para aprender a se emancipar.

O quarto pilar, apresentado por Delors *et al.* (1998, p. 99), refere-se a aprender a ser para contemplar. Com a aplicação e prática dos métodos combinados, as vivências e discussões em salas de aula, percebe-se, conforme cita Gadotti (2000, p. 251), “O desenvolvimento integral da pessoa: inteligência, sensibilidade, sentido ético e estético, responsabilidade pessoal, espiritualidade, pensamento autônomo e crítico, imaginação, criatividade e iniciativa”, o desenvolvimento dos educandos, de sua inteligência, melhorando sua sensibilidade, responsabilidade pessoal e, ainda, preparando-os para a elaboração de pensamentos autônomos e críticos, formando seu próprio juízo de valor, de modo a poder decidir, por si mesmo, como agir nas diferentes circunstâncias da vida, conforme afirma Delors *et al.* (1998, p. 99).

Outra importante consideração dos métodos é quanto à possibilidade da mediação pedagógica do professor. Eles exigem uma nova atitude do professor, que, dentro desse processo, deve se colocar como facilitador e motivador da aprendizagem. Durante a aplicação dos métodos, o professor tem a oportunidade, conforme Moran, Masetto e Bahrens (2013, p. 142), “[...] de realizar o seu verdadeiro papel: o de mediador entre o aluno e sua aprendizagem, o facilitador, incentivador e motivador dessa aprendizagem”. Para Perez e Castilho (1999), a atitude do professor, como mediador, abre novos caminhos e possibilidades de aprendizagem aos estudantes, com ele mesmo e com o meio no qual estão inseridos durante o processo de aprendizagem.

São características da mediação pedagógica: dialogar, trocar experiências, debater dúvidas e questões, entre outros (MORAN; MASETTO; BAHRENS, 2013). Portanto, a mediação pedagógica, juntamente com as novas tecnologias (informática, *smartphones*, *internet*, *sites* de relacionamentos, *youtube* etc.) e as metodologias de aprendizagem ativa (aplicadas neste projeto, a *Peer Instruction* e a Sala de Aula Invertida) devem cooperar para o desenvolvimento da educação em sua forma presencial e principalmente para o processo de aprendizagem a distância.

Conjuntamente com os métodos combinados, deve-se pensar no processo de avaliação, pois, conforme Moran, Masetto e Behrens (2013), devemos pensar num modelo de avaliação após a aplicação de um trabalho inovador, caso contrário, podemos perder todo esse trabalho, mesmo porque a avaliação vem sendo feita do modo mais tradicional e convencional que se conhece. Portanto, o processo de avaliação, neste trabalho, foi estruturado conforme detalhado a seguir.

2.3 Avaliação

No ambiente de aplicação dos métodos combinados que estão sendo analisados nesse projeto – Sala de Aula Invertida e *Peer Instruction* – acontece uma variedade de ações nas quais aluno e professor são constantemente avaliados. O aluno, por exemplo, deverá aprender a lidar com novas tecnologias, necessárias para acompanhamento das videoaulas, a administrar seu tempo de estudo, a fazer anotações; em sala de aula, deverá aprender a trabalhar sozinho e em grupo, a ajudar e deixar ser ajudado, a expor sua forma de pensar; somado a todas essas interfaces, aprender os conceitos e os conteúdos que estão sendo trabalhados no momento. Por outro lado, o professor, vivencia novas experiências, uma vez que terá que gravar seu próprio vídeo, portanto se adaptar e encontrar o seu jeito de apresentá-lo, aprender a utilizar computador, projetor multimídia, elaborar questões em *PowerPoint* para projetar aos alunos durante as seções da *Peer Instruction*, e se adaptar ao novo formato de sala de aula que terá, a partir do momento que resolver aplicar os métodos combinados. Todas essas situações serão detalhadas posteriormente neste trabalho, mas, dentro deste cenário, faz-se necessário repensar o papel da avaliação e o seu formato.

Para Gardner (1995), nossa sociedade adotou o modelo de testagem formal³ num grau excessivo. Segundo ele, certos aspectos da aprendizagem e avaliação do modelo de aprendizado, os quais chama de “aprendizagem contextualizada⁴”, poderiam ser proveitosamente reintroduzidos em nosso sistema educacional.

Gardner (1995, p. 143) avalia os testes formais da seguinte maneira:

Acompanhando a fidelidade à testagem formal está uma visão de educação que chamei de “visão uniforme da instrução”. Esta visão requer uma educação homogeneizada em outros aspectos. De acordo com a visão uniforme, os alunos, tanto quanto possível, devem estudar as mesmas disciplinas. Além disso, tanto quanto possível, estas disciplinas devem ser transmitidas da mesma maneira para todos os alunos. Na visão uniforme, o progresso na escola deve ser avaliado por testes formais frequentes.

³ Testagem formal: “[...] é considerado uma forma objetiva, descontextualizada de avaliação, que pode ser amplamente adotada e implementada com alguma certeza de que serão obtidos resultados semelhantes” (GARDNER, 1995, p. 140).

⁴ Aprendizagem contextualizada: “[...] é implementado quase inteiramente em um contexto que ocorre naturalmente, no qual as particularidades de um ofício estão inseridas, a avaliação baseia-se numa análise anterior das capacidades envolvidas num determinado ofício, mas também pode ser influenciada por fatores subjetivos, incluindo as opiniões pessoais do mestre sobre o aprendiz” (GARDNER, 1995, p. 141).

A proposta de avaliação do processo de ensino e aprendizagem deste projeto será, em partes, conforme sugerido por Gardner (1995), o qual especifica oito aspectos gerais para uma nova abordagem da avaliação. Neste trabalho, serão levados em consideração cinco aspectos. Abaixo, serão relatados cada um dos cinco aspectos sugeridos por Gardner e a forma como foi incorporado nas avaliações durante a aplicação dos métodos combinados:

- a) 1º aspecto: “Ênfase na avaliação e não na testagem” (GARDNER, 1995, p. 150). Será utilizada a avaliação formal proposta pela escola, ou seja, o teste padronizado. Contudo, professor e alunos se empenharam “[...] numa reflexão regular e apropriada acerca dos objetivos, das várias maneiras de atingi-los, de seu sucesso (ou falta deste) na realização desses objetivos” (GARDNER, 1995, p. 150);
- b) 2º aspecto: “A avaliação como algo simples e natural” (GARDNER, 1995, p. 151). Os alunos, naturalmente postaram comentários sobre os vídeos que assistiram e em sala de aula, realizaram os exercícios e se posicionaram sobre a melhor alternativa para determinada questão, obtendo *feedbacks* imediatos sobre suas respostas. A ideia, portanto, é que a avaliação com o tempo ocorra dentro de um processo natural;
- c) 3º aspecto: “Validade ecológica” (GARDNER, 1995, p. 151). “Um dos problemas com a maioria dos testes formais é sua validade, ou seja, sua correlação com alguns critérios”, contudo na vivência dos métodos, os alunos experimentaram situações diferenciadas, as quais certamente contribuiriam para sua vida futura;
- d) 4º aspecto: “Uso de materiais intrinsecamente interessantes e motivadores” (GARDNER, 1995, p. 153). Para Gardner (1995, p. 154)

É extremamente desejável que a avaliação ocorra no contexto dos alunos trabalhando em problemas, projetos ou produtos que os engajam genuinamente, mantém seu interesse e os motivam a trabalhar bem.

Os métodos propiciaram muitos desses momentos, pois os alunos resolveram problemas propostos pelo professor, individualmente, em pares ou em grupos, durante as sessões da Sala de Aula Invertida com a *Peer Instruction* tendo o apoio da ferramenta *Plickers*⁵, que avalia os alunos em tempo real com *feedbacks* imediatos;

⁵ *Plickers*: trata-se de uma ferramenta de avaliação com *feedbacks* imediatos para aluno e professor, e pode ser obtido de forma gratuita com o acesso na *internet*: www.plickers.com.br.

- e) 5º aspecto: “Utilização da avaliação para o benefício do aluno” (GARDNER, 1995, p. 154). Os alunos tiveram a oportunidade de *feedbacks* imediatos durante seu desempenho. O professor pôde identificar áreas de potencialidades, assim como dificuldades, dando sugestões sobre o que estudar, indicou o que pode ser esperado em futuras avaliações e assim por diante, conforme sugere Gardner (1995, p. 154).

Portanto, os alunos foram avaliados durante a aplicação dos métodos combinados, Sala de Aula Invertida e *Peer Instruction*, com apoio do aplicativo *Plickers*, e o teste formal proposto pela escola.

O teste formal foi aplicado após o término de cada ciclo de conteúdo, em consonância com as diretrizes da escola de aplicação do projeto, a qual determina no mínimo duas avaliações formais.

Durante a aplicação do método Sala de Aula Invertida, os alunos foram avaliados dentro dos padrões da aprendizagem contextualizada, ou seja, a pontualidade em assistir aos filmes, presença em sala de aula, formas de se expressarem, motivação para resolução de problemas propostos durante as aulas, sua evolução pessoal, individual e no relacionamento em grupo. Essas avaliações foram realizadas por fatores subjetivos, por observação e opiniões pessoais do professor, como sugere Gardner quanto às avaliações contextualizadas, e serão detalhadas mais adiante pelo professor, conduzidas, portanto, em três pilares e denominadas avaliações de *performance*.

Durante as sessões da *Peer Instruction* com apoio do aplicativo *Plickers*, a partir das questões propostas à sala, os alunos tiveram *feedback* imediato se acertaram ou não a questão, e puderam discutir a questão com o colega, com o professor individualmente, ou mesmo quando o professor realizava a correção da questão para toda a sala.

3 DETALHAMENTO DOS MÉTODOS APLICADOS NO PROJETO

3.1 *Peer Instruction*

Conforme relatado por Mazur (2015, p. 10), “[...] os objetivos básicos da *Peer instruction* são: explorar a interação entre os estudantes durante a aula expositiva e focar a atenção dos estudantes nos conceitos que servem de fundamento”.

As aulas, portanto, são conduzidas através de questões conceituais⁶, que são previamente elaboradas pelo professor, em conformidade com o conteúdo que os alunos estudaram, por meio das videoaulas e das sessões de Sala de Aula Invertida. Durante as sessões de *Peer Instruction*, os alunos são reunidos em grupos. O professor projeta a questão aos alunos. A princípio, é dado um tempo para os estudantes resolverem a questão individualmente; em seguida, o professor faz a primeira medição, e, de acordo com o percentual de acerto, eles devem discuti-las entre si. Processo no qual faz com que eles se fundamentem e construam seus próprios argumentos, proporcionando momentos de autorreflexão sobre suas ações.

Cada teste conceitual tem o formato genérico sugerido por Mazur (2015, p. 10), conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Formato genérico para teste conceitual.

Ações	Tempo
Proposição da questão	1 minuto
Tempo para os estudantes pensarem	1 minuto
Os estudantes anotarem suas respostas individualmente (opcional)	
Os estudantes convencerem seus colegas (<i>Peer Instruction</i>)	1 – 2 minutos
Os estudantes anotarem as respostas corrigidas (opcional)	
<i>Feedback</i> para o professor: registro das respostas	
Explicação das respostas corretas	2+ minutos

Fonte: Mazur (2015, p. 10).

Se a porcentagem de respostas corretas for inferior a 30%, deve-se ensinar novamente o mesmo tópico com mais detalhes e mais devagar, e realizar uma nova avaliação com outro teste conceitual. Segundo Mazur (2015), esse processo de

⁶ Pequenas questões conceituais abrangendo o assunto que está sendo discutido.

repetição evita um distanciamento entre as expectativas do professor e a compreensão dos estudantes.

Como resultados à aplicação da *Peer Instruction*, Mazur (2015, p. 14) relata que

As discussões para convencer os colegas quebram a inevitável monotonia das aulas expositivas passivas, e, mais importante, os estudantes não se limitam a simplesmente assimilar o material que lhes é apresentado, eles devem pensar por si mesmos e verbalizar seus pensamentos.

Para Mazur (2015), com a *Peer Instruction*, houve uma melhora significativa também nos testes convencionais, aplicados por ele durante sua pesquisa, nos quais os alunos geralmente memorizam as fórmulas sem compreender o conceito ou a teoria subjacente, ou seja, “[...] uma melhor compreensão dos conceitos fundamentais levou a um melhor desempenho nos problemas convencionais” (MAZUR, 2015, p. 16).

Para Moura (2017), a *Peer Instruction* pode trazer muitos benefícios para o desenvolvimento do aluno, como motivação para o pensamento crítico, autonomia, expressão verbal, a capacidade de argumentação e interação com os colegas.

Durante a aplicação da *Peer Instruction*, as respostas dos testes conceituais fornecem um *feedback* imediato sobre o nível de compreensão dos alunos. O levantamento das respostas pode ser obtido de diversas formas, de acordo com Mazur (2015, p. 17):

1. **Levantar as mãos:** [...] a desvantagem principal é uma perda de precisão, em parte porque alguns estudantes podem hesitar em erguer a mão e em parte porque é difícil fazer uma estimativa da distribuição. Uma boa solução é o uso de *flash-cards*;
2. **Ler os formulários:** [...] nestes formulários, que são lidos após as aulas, os estudantes marcam: As suas respostas, seu nível de confiança, tanto antes quanto após a discussão.
3. **Dispositivos portáteis/tecnológicos:** [...] as respostas são repassadas ao professor e exibidas na tela e um computador, podendo também ser projetadas em uma tela para os estudantes. A principal vantagem do sistema é que a análise dos resultados é mostrada imediatamente, e informação sobre cada estudante.

3.1.1 Motivando os estudantes

Para Mazur (2015), será improvável uma aceitação passiva dos estudantes na mudança do formato da aula expositiva, portanto, ele recomenda, na primeira aula,

explicar aos alunos sobre os conteúdos e finalidades dos mesmos, tirar a preocupação dos estudantes dizendo que os mesmos poderão utilizar uma folha de fórmulas nas provas, desafiá-los a se tornarem pensadores críticos, principalmente enfatizar a diferença entre simplesmente inserir números em equações e ser capaz de analisar uma situação não familiar.

Outro ponto importante é assegurar que haja cooperação entre os alunos, e não competição, e esse mesmo clima de cooperação será necessário nas discussões para convencer o colega. Para isso, Mazur (2015) explica aos alunos que os resultados nos testes conceituais não contarão para nota final. Enfim, esses princípios facilitariam a condução para a aplicação do método da *Peer Instruction*, mas por si só não são suficientes para garantir que funcione. Há, portanto, a necessidade de os alunos irem para a sala de aula com os conceitos e conteúdos estudados previamente. Neste ponto, foi utilizado pelo professor, neste trabalho, a metodologia denominada Sala de Aula Invertida, pois, ao invés dos mesmos apenas lerem os textos antes das aulas, como sugere Mazur (2015), eles também tiveram a oportunidade de assistir aos vídeos que foram gravados pelo próprio professor e enviados via canais disponíveis de comunicação, conforme detalhado mais adiante.

3.1.2 Guia para preparar uma aula baseada na *Peer Instruction*

Mazur (2015, p. 27) elaborou um guia, passo a passo, para preparar uma aula baseada na *Peer Instruction*, conforme abaixo:

- a) Cada tópico de uma aula leva no mínimo 15 minutos para ser tratado, sendo: 7 a 10 minutos de exposição e 5 a 8 minutos para um teste conceitual, portanto, em 1 aula de 60 minutos consegue-se tratar 04 tópicos;
- b) No preparo para aula, o professor deve decidir quais os pontos fundamentais que devem ser tratados;
- c) Deixar de dar as definições, deduções e os exemplos que já estão no livro ou nas notas de aula durante a aula;
- d) Determinar quais os pontos chaves irá querer inserir.

Ao término desse processo, o professor terá um esboço do esqueleto da aula. Após concluir o esboço, deve-se elaborar as questões conceituais, e Mazur (2015) ressalta que a importância dessa etapa não deve ser subestimada, pois o sucesso do método depende muito da qualidade e relevância dessas questões. Os testes conceituais devem no mínimo satisfazer a alguns critérios básicos, como: focar num

único conceito, evitar uso de fórmulas e equações na sua resolução, conter respostas de múltiplas escolhas.

Em seu livro, Mazur (2015) recomenda que os professores que desejam aplicar o método, precisam convencerem a si mesmo, devido a mudança que o mesmo trará em suas aulas. O professor deve alterar o formato de aula enfatizando aos alunos que os mesmos devem se preparar para as aulas, estudando em casa, seja através das vídeo aulas, no método Sala de Aula Invertida, ou pesquisando em livros didáticos teorias e exercícios para prática.

3.2 Sala de Aula Invertida

O projeto em questão consta da combinação de duas metodologias ativas de aprendizagem: a *Peer Instruction*, em sala de aula, que foi aplicado no mínimo uma vez por semana, geralmente nas últimas aulas da semana; e para facilitar o estudo dos alunos antes das aulas, foi aplicado o método Sala de Aula Invertida. Para utilização desta metodologia, foram considerados os pontos abaixo, extraídos de Bergmann e Sams (2016). Para eles, o motivo que impulsiona a criação e a utilização do método é a seguinte reflexão:

O momento em que os alunos realmente precisam da minha presença física é quando “empacam” e carecem de ajuda individual. Não necessitam de mim pessoalmente ao lado deles, tagarelando um monte de coisas e informações; eles podem receber o conteúdo sozinhos”, então fizeram a seguinte pergunta: Se gravássemos todas as aulas, e se os alunos assistissem ao vídeo como dever de casa e usássemos, então, todo o tempo em sala de aula para ajudá-los com os conceitos que não compreenderam? (BERGMANN; SAMS, 2016, p. 4).

3.2.1 Conceito básico da Sala de Aula Invertida

Seu conceito é basicamente o seguinte: “O que tradicionalmente é feito em sala de aula, agora é executado em casa, e o que tradicionalmente é feito como trabalho de casa, agora é realizado em sala de aula” (BERGMANN; SAMS, 2016, p. 11).

No início, investe-se um tempo preparando e ensinando os alunos para assistirem aos vídeos de maneira eficaz, incentiva-se os mesmos a desligarem os celulares, ou outras fontes de desatenção, sugere-se que pausem e retrocedam, inclusive para anotarem pontos importantes, registrem quaisquer dúvidas e resumam

o conteúdo apresentado, todas essas ações contribuirão para a otimização do tempo em sala de aula, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Comparação do uso do tempo nas salas de aula tradicional e invertida.

Sala de aula tradicional		Sala de Aula Invertida	
<i>Atividade</i>	<i>Tempo</i>	<i>Atividade</i>	<i>Tempo</i>
Atividade de aquecimento	5 minutos	Atividade de aquecimento	5 minutos
Repasse do dever de casa da noite anterior	20 minutos	Repasse do dever de casa da noite anterior	10 minutos
Preleção de novo conteúdo	30-45 minutos	Prática orientada e independente e/ou atividade de laboratório	75 minutos
Prática orientada e independente e/ou atividade de laboratório	20-35 minutos		

Fonte: Bergmann e Sams (2016, p. 13).

Para Bergmann e Sams (2016), a inversão da sala de aula fala a língua dos alunos, pois os mesmos utilizarão *smartphones*, redes sociais, como por exemplo o *WhatsApp*, canal do *youtube* e *email-s*. A inversão ajuda os estudantes ocupados, pois poderão assistir as aulas do professor no horário que puderem e quantas vezes quiserem, além dos alunos poderem pausar e rebobinar a videoaula, contribuindo com aqueles que enfrentam certa dificuldade de aprendizagem. A inversão possibilita, em alguns casos, a maior participação dos pais e muda a forma como conversamos com eles. A inversão pode ser utilizada na ausência do professor, como citaremos neste trabalho, e muda o gerenciamento da aula.

No desenvolvimento desta pesquisa, para a implantação da Sala de Aula Invertida, o professor gravou e utilizou seus próprios vídeos, que serão apresentados adiante.

Professores que estavam pretendendo aplicar o método fizeram algumas perguntas para Bergmann e Sams, conforme resumo abaixo, cujas respostas dadas às mesmas serviram de subsídio para o professor/pesquisador durante a preparação para aplicação do método:

Questão 1 – Como saber se meus alunos assistiram ao vídeo?

Respostas de Bergmann e Sams (2016, p. 91):

- Verificando suas anotações;
- Postagem de comentários em um *blog* ou *WhatsApp* ou ainda envio de e-mail ao professor;
- Pedir que os alunos façam perguntas ao professor sobre o vídeo ou alguma curiosidade.

Questão 2 – E quanto aos alunos que não assistem aos vídeos?

Respostas de Bergmann e Sams (2016, p. 92): “É como se tivessem faltado à aula, quem não assiste o vídeo em casa pode fazê-lo em sala de aula, mas esses alunos perderão o tempo valioso de interação com o professor”.

4 APLICANDO OS MÉTODOS COMBINADOS

Este estudo foi desenvolvido durante os anos de 2017 e 2018. Buscou-se avaliar a eficácia dos métodos combinados em turmas diversificadas, a saber:

- a) 2017 – alunos do 2º ano do ensino médio noturno, totalizando 10 alunos com idade média de 17 anos; 80% desses alunos trabalhavam como aprendizes ou guarda mirins na cidade de Guaratinguetá;
- b) 2018 – alunos do 2º ano do ensino médio diurno, totalizando 28 alunos com idade média de 16 anos, sendo que 100% dos alunos não trabalhavam;
- c) 2018 – alunos do 2º ano do ensino médio, cujas aulas foram conduzidas sem a utilização dos métodos, embora os alunos pudessem, se quisessem, mas não obrigatoriamente, assistir às videoaulas no canal do *youtube* do professor, totalizando 22 alunos.

4.1 Coleta de dados

O período de aplicação do projeto foi no 2º bimestre (maio e junho) dos anos de 2017 e 2018, totalizando 26 horas-aulas em 2017 e 20 horas-aulas em 2018; contudo, para as turmas dos dois anos, no 1º bimestre, o professor iniciou um trabalho de conscientização sobre os métodos que seriam utilizados no 2º bimestre, considerando a importância de assistirem os vídeos, prepararem-se para a aula, o hábito de estudo, a administração do tempo. Na turma de aplicação do projeto de 2018, o professor considerou, para montagem dos grupos, os resultados dos alunos individualmente nas notas do 1º bimestre, ou seja, alunos com níveis de aprendizagem similares compunham o mesmo grupo. Além disso, o professor realizou uma pesquisa com os alunos, buscando conhecê-los melhor.

A pesquisa foi composta de seis questões, conforme APÊNDICE B, e tinha por objetivo fornecer ao professor informações quanto à infraestrutura mínima e necessária para as aulas/sessões de Sala de Aula Invertida, tais como se o aluno possuía *internet*, computador ou *smartphone*, um ambiente de estudo adequado em casa e apoio familiar. Seguem abaixo as questões e suas respectivas respostas:

Questão 1: Há um ambiente de estudo em sua residência?

Resposta (ambas as turmas de 2017 e 2018): Para 90% dos alunos, havia; para 10%, não. Essa pergunta teve por finalidade orientar o professor para que o mesmo

pense em uma alternativa para os alunos que não têm um ambiente de estudo em casa. Para esses alunos, a opção dada pelo professor foi sugerir que os mesmos estudassem na biblioteca da escola, e estes concordaram em vir estudar pelo menos duas vezes na semana. Os demais alunos ficaram com a opção de estudar em casa.

Questão 2: Costuma estudar matemática?

R.: Para 60% dos alunos da turma de 2017 responderam “sim” e 40% responderam “não”. Os alunos desta sala foram também alunos do professor no primeiro ano do ensino médio, tratando-se de uma turma mais aplicada, uma vez que o índice de reprovação no primeiro ano foi cerca de 40% da sala e os aprovados costumam se dedicar um pouco mais. Para a turma de 2018, 45% responderam “sim”.

Questão 3: De quais recursos tecnológicos dispõe?

R.: Da turma de 2017, 90% tinham algum tipo de conexão com a *internet*, computador (60%), celular (90%), dvd e *blu-ray* (100%). Desta forma, a solução que o professor encontrou para o aluno que não possuía conexão, mas possuía dvd, foi transferir as videoaulas para o dvd e entregar ao aluno. Da turma de 2018, 84% tinham algum tipo de conexão com a *internet*, computador (71%), celular (77%), dvd e *blu-ray* (39%). Como todos os alunos desta turma possuíam algum tipo de conexão, seja via *internet* móvel ou *wi-fi*, não houve a necessidade de fornecimento de dvd.

Questão 4: Como você avalia seu conhecimento em matemática?

R.: Nas duas turmas, nenhum aluno considerava-se excelente em matemática. Na turma de 2017, 20% consideravam-se bons e 10% na turma de 2018. Na turma de 2017, 20% consideravam-se regulares e 45% na turma de 2018. Na turma de 2017, 40% queriam melhorar e 42% na turma 2018. Na turma de 2017, 20% não tinham interesse em matemática e 3% na turma 2018. Esperava-se, nesse momento, que os métodos combinados a serem implementados pudessem contribuir com os que queriam melhorar e ser uma possibilidade para aqueles que não tinham interesse na disciplina de repensar seu posicionamento.

Questão 5: Na sua opinião, como deveriam ser as aulas de matemática?

R.: Para 40% dos alunos da turma de 2017 e para 75% da turma de 2018, do jeito que era estava bom. Outros 40% da turma de 2017 disseram que as aulas

deveriam ser normais, mas não especificaram. 30% da turma de 2017 disseram que as aulas deveriam ser mais interessantes e diferenciadas para estimular o interesse do aluno, e na turma de 2018 o percentual de alunos que compartilhavam dessa ideia somava 15%. Contudo, em ambas as turmas, não especificaram como seria esse interessante. 10% solicitaram uma aula na qual os alunos fizessem mais silêncio durante a explicação do professor, além de uma boa explicação do conteúdo pelo professor. Para 10% da turma de 2017 e para 7% da turma de 2018, deveria ter mais tempo de aula. 10% da turma de 2017 e 3% da turma de 2018 não responderam.

Quando são analisadas as respostas acima, fica notório que os alunos não sabiam como deveria ser uma aula de matemática. Se for feita uma analogia a Steve Jobs⁷ (GALLO, 2010), quando inventou o *iPad*, se ele perguntasse aos clientes da Apple como poderia ser um *iPad*, com certeza não descreveriam como ele foi criado. Com certeza, não diriam:

Quero um computador que seja maior que um *smartphone*, mas que não seja tão grande quanto um *laptop*. Que não faça chamadas telefônicas e que não tenha todos os recursos de um computador completo. Que não inclua um mouse e um teclado externo. Quero navegar no novo aparelho com meus dedos. (GALLO, 2010, p. 122).

Para Jobs, os clientes da Apple não pediram o *iPad*, mas entenderam a mensagem e, assim que isso aconteceu, constataram que não podiam viver sem um. Assim, após ler as respostas desta 5ª questão e fazendo uma analogia com a passagem envolvendo Jobs e citada por Gallo (2010), o professor resolveu seguir essa linha de raciocínio, ou seja, caminhar com a aplicação dos métodos combinados e acreditar que os alunos irão gradativamente se adaptar aos métodos e conviver com eles, pois naquele momento, considerando o contexto envolvido, era uma metodologia não vivenciada antes pelos mesmos.

Questão 6: Há alguém em sua casa que pode lhe ajudar com os estudos?

R.: Para 60% dos alunos da turma de 2017 e 65% dos alunos da turma de 2018 responderam “sim”.

O professor, portanto, diante desta resposta, no seu planejamento, passou a ter um olhar diferenciado para esses alunos sem apoio em casa, monitorando-os através de perguntas curtas e de apoio, do tipo: Deu certo? Conseguiu assistir as

⁷ Steve Jobs – fundador da Apple.

aulas? Está encontrando alguma dificuldade? Precisa de algum apoio em suas anotações? Por que não postou comentário sobre o vídeo hoje?

4.2 Conteúdos abordados durante a aplicação dos métodos

Convém reforçar que os alunos, nos dois anos de aplicação, não foram prejudicados quanto aos conteúdos que o professor deveria cumprir no 2º bimestre, referente à disciplina de matemática, em conformidade com os PCN e a Proposta Curricular do Estado de São Paulo. Desta forma, seguem as tabelas, com os conteúdos trabalhados e datas dos mesmos, sendo a Tabela 3 referente ao ano de 2017 e a Tabela 4 referente ao ano de 2018.

Tabela 3 – Conteúdos, datas e quantidade de horas-aulas trabalhadas em 2017.

Conteúdos	Datas	Total de horas aulas
Definição de matrizes, matriz linha, matriz quadrada, matriz coluna, matriz genérica.	04/05/17	2h/a
Diagonal principal e diagonal secundária, igualdade de matrizes, matriz nula e matriz transposta.	09/05/17	2 h/a
Representação gráfica de uma matriz, adição de matrizes.	11/05/17	2 h/a
Subtração de matrizes.	16/05/17	2 h/a
Multiplicação de um número real por uma matriz, multiplicação de matrizes.	18/05/17	2 h/a
Matriz identidade e matriz inversa.	23/05/17	2 h/a
Avaliação padronizada, conforme critério da escola.	30/05/17	2 h/a
Cálculo do determinante de uma matriz quadrada de 1ª e 2ª ordem.	08/06/17	2 h/a
Cálculo do determinante de uma matriz quadrada de 3ª ordem.	13/06/17	2 h/a
Cálculo do determinante de uma matriz quadrada de ordem n ($n > 3$).	20/06/17	2 h/a
Equação linear e solução de uma equação linear.	22/06/17	2 h/a
Sistemas de equações lineares e soluções de sistemas.	27/06/17	2 h/a
Avaliação padronizada, conforme critério da escola.	29/06/17	2 h/a
Total de aulas em sala de aula durante a aplicação do projeto.	Maio a junho de 2017	26 h/a

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4 – Conteúdos, datas e quantidade de horas-aulas trabalhadas em 2018.

Conteúdos	Datas	Total de horas aulas
Método Sala de Aula Invertida: definição de matrizes, matriz linha, quadrada, coluna e matriz genérica	02/05/18	2 h/a
Método da <i>Peer Instruction</i> , referente aula dia 02/05/18.	03/05/18	2 h/a
Método Sala de Aula Invertida: diagonal principal e secundária, igualdade de matrizes, matriz nula e transposta.	04/05/18	2 h/a
Método Sala de Aula Invertida: representação gráfica de uma matriz, adição e subtração de matrizes.	09/05/18	2 h/a
Método da <i>Peer Instruction</i> , referente às aulas dos dias 04 e 09/05/2018.	10/05/18	2 h/a
Avaliação mensal padronizada, critério da escola.	18/05/18	2 h/a
Método Sala de Aula Invertida: multiplicação de um número real por uma matriz, multiplicação de matrizes.	14/06/18	2 h/a
Método Sala de Aula Invertida: matriz identidade e matriz inversa e determinantes de 1ª, 2ª e 3ª ordem.	20/06/18	2 h/a
Método da <i>Peer Instruction</i> , referente às aulas dos dias 14 e 20/06.	21/06/18	2 h/a
Avaliação bimestral padronizada, critério da escola.	27/06/18	2 h/a
Total de aulas em sala de aula durante a aplicação do projeto.	Maio a junho de 2018	20 h/a

Fonte: Autoria própria.

4.3 Vídeos gravados e livro didático

Foram disponibilizados para os alunos estudarem previamente em casa, antes das aulas, conforme o método Sala de Aula Invertida, videoaulas e livro didático no ano de 2017 e somente videoaulas no ano de 2018, conforme descrito na Tabela 5.

Tabela 5 – Lista de vídeos, livro didático, conteúdos, suas respectivas localizações.

Videoaula (VD_n)⁸ ou livro didático (LD)⁹	Conteúdo abordado	Recurso utilizado: endereço do vídeo ou leitura de conteúdos	Duração (min:seg)
VD ₁₀	Matriz linha, matriz quadrada e matriz genérica.	https://youtu.be/Fe-RYdAVtjE	9:55
VD ₁₁	Diagonais de matrizes, igualdade de matrizes, matriz nula e matriz transposta.	https://youtu.be/JCbxCZRoCaU	7:31
VD ₁₂	Adição de matrizes.	https://youtu.be/JaycMcj5U20	15:03
VD ₁₃	Multiplicação de matrizes.	https://youtu.be/r7nK69wx5C8	13:20
VD ₁₄	Matriz identidade e inversa.	https://youtu.be/QEeOQKsXFo4	8:42
VD ₁₅	Equações lineares.	https://youtu.be/ZvRala03hdk	9:31
VD ₁₆	Sistemas lineares e soluções de sistemas.	https://youtu.be/B0cYIZD5OPM	5:15
VD ₁₇	Classificação dos sistemas lineares e matrizes associadas ao sistema.	https://youtu.be/h0BqZQEzJPQ	5:42
VD ₁₈	Resolução de sistema normal pela regra de Cramer.	https://youtu.be/s-m90VREuOM	14:47
VD ₁₉	Cálculo do determinante de uma matriz de ordem: 1, 2 e 3	https://www.youtube.com/watch?v=tkpJa_pfcJw	19:40 Aplicável somente na turma de 2018
LD	Cálculo do determinante de uma matriz de ordem: 1, 2 e 3.	Leonardo (2013, p. 211)	Aplicável somente na turma de 2017
LD	Cálculo do determinante de uma matriz de ordem maior que 3.	Leonardo (2013, p. 213)	Aplicável somente na turma de 2017
Total em hora de vídeos gravados			1h49min26seg

Fonte: Autoria própria.

⁸ VD_n – O número subscrito representa o número da videoaula no canal do *youtube* do professor.

⁹ Livro didático: foi utilizado o livro didático enviado pelo Governo Federal.

4.4 Materiais de apoio

4.4.1 Diário do aluno

Com o objetivo de orientar os estudos dos alunos na utilização da metodologia e de todas as suas ferramentas, foi proposto aos alunos que utilizassem o “Diário do aluno” (APÊNDICE A), que eles poderiam utilizá-lo como um orientador e registrassem em seu caderno as observações detectadas durante seus estudos.

4.4.2 Sistema de identificação visual

Durante as seções de Sala de Aula Invertida, no momento em que os alunos realizavam os exercícios, com o objetivo de identificar visualmente o aluno que ainda estava realizando os exercícios e aqueles que haviam terminado, o professor utilizou cartolinas, cortadas de forma retangular em medidas aproximadas de 9 cm x 13 cm, nas cores azul e verde representadas na Figura 1, sendo que o aluno que havia terminado o exercício colocava sobre a mesa a cartolina na cor verde, e o aluno que ainda estava resolvendo deixava sobre a mesa a cartolina na cor azul.

Figura 1 – Identificação visual utilizada pelo professor para monitorar os alunos na resolução de exercícios.

Fonte: Autoria própria.

4.4.3 Registro das alternativas das respostas dos alunos

Durante a aplicação da *Peer Instruction*, nas duas turmas de aplicação, os alunos registraram as alternativas às questões propostas de três maneiras, que evoluíram com o decorrer do projeto.

Primeira maneira: manualmente (turma de 2017)

Após o professor apresentar as questões, os alunos preenchiam o formulário abaixo (Figura 2) e levavam para o professor tabular as respostas.

Figura 2 – Formulário utilizado para os alunos marcarem as respostas manualmente.

Nº do aluno	Data
Questões da aula	Alternativas
1.1	
1.2	
2.1	
2.2	
3.1	
3.2	
4.1	
4.1	
5.1	
5.2	

Fonte: Autoria própria.

Segunda maneira: em planilhas de *excel* no computador do professor (turma de 2017)

Em algumas aulas de aplicação da *Peer Instruction*, foi disponibilizado ao aluno a planilha em *excel* no próprio computador do professor, sendo que o *notebook* ficava no centro da sala de aula, e à medida que o aluno concluía o exercício se dirigia até o computador, e no seu respectivo número marcava a alternativa correta, conforme Figura 3. A vantagem desse registro é que o percentual de acerto da questão da sala era automaticamente registrado e traduzido em gráficos.

Figura 3 – Aluno registrando a alternativa da questão em planilha de *excel*.

Fonte: Autoria própria.

Terceira maneira: utilização do aplicativo *Plickers* (turma de 2018).

O professor utilizou o aplicativo *Plickers*, disponibilizado gratuitamente na *internet*. Essa ferramenta foi um grande avanço e contribuiu para o maior engajamento da turma, otimizando o tempo de aplicação das questões durante as sessões de *Peer Instruction*, proporcionando *feedback* imediato.

Em sala de aula, os alunos recebiam um cartão (*cards*), conforme apresentado na Figura 4, que apresentava quatro opções de respostas, e a alternativa escolhida era indicada pela posição em que o aluno mostrava o cartão.

Figura 4 – Exemplo dos *cards* entregues aos alunos.

Fonte: Plickers, 2018.

A cada questão apresentada pelo professor via aplicativo, os alunos, após resolvido a mesma, levantavam o *card* com a opção de alternativa A, B, C ou D voltada para cima, como na Figura 5.

Figura 5 – Alunos apresentando seus *cards* de acordo com a alternativa que acharam correta.

Fonte: Autoria própria

A Figura 6 mostra o professor, com o aplicativo no celular, escaneando as respostas, gerando os resultados e a respectiva tabulação. O celular se comunicava com o computador que automaticamente projetava aos alunos dados estatísticos e os resultados das suas respostas.

Figura 6 – Coleta das respostas pelo professor através do *smartphone* e aplicativo *Plickers*.

Fonte: Autoria própria.

E assim era apresentada a quantidade de alunos que acertaram e erraram, podendo esse resultado ser observado até mesmo em forma de gráfico (PAULA; SOARES, 2016).

4.4.4 Recursos tecnológicos, audiovisuais e outros utilizados pelo professor

4.4.4.1 Para gravação, edição e publicação dos vídeos

Para a gravação, edição e publicação dos vídeos, o professor adquiriu e utilizou os recursos abaixo:

- a) 01 celular *smartphone*;
- b) 01 tripé para filmagem;
- c) 01 lousa branca que foi afixada no escritório de sua casa e canetas para as mesmas;
- d) 01 programa baixado gratuitamente da *internet*, denominado “*Movie edit touch*”, para edição dos vídeos, formatação e envio para canal do *youtube* ou gravação em CD;
- e) Canal no *youtube*: Aulas de Matemática com Prof. Hélio Freire, no endereço: https://www.youtube.com/channel/UCXur7T8Lb_nZehc3NYejTrg?view_as=subscriber;
- f) Grupo no *WhatsApp* com os alunos participantes, denominado Videoaula (turma de 2017) e Matemática 2B (turma de 2018);
- g) 01 *notebook*;
- h) 01 caneta laser para explicação das videoaulas.

4.4.4.2 Para ser utilizado em sala de aula

Para a aplicação dos métodos combinados durante as aulas, o professor adquiriu e utilizou os recursos abaixo:

- a) 01 projetor multimídia para apresentar as questões da *Peer Instruction* e tabulações dos resultados;
- b) 01 lousa branca portátil, com medida de 34 cm x 24 cm, a qual era utilizada para dar atendimento individual ao aluno, durante a aplicação da Sala de Aula Invertida em sala de aula e pincéis para a mesma;

- c) 01 *notebook*;
- d) 01 caneta laser para passagem de telas das apresentações em *PowerPoint*;
- e) Planilhas de *excel* e *PowerPoint* para apresentação das questões e tabulação das mesmas;
- f) Aplicativo *Plickers* baixado gratuitamente no computador e *smartphone* do professor;
- g) 01 *modem* para utilização do aplicativo *Plickers* (turma de 2018);
- h) Caixa de som para projeção de vídeos quando necessário durante as aulas.

4.5 A aplicação dos métodos combinados na turma de 2017

4.5.1 Preliminares

No 1º bimestre, que antecedeu o bimestre de aplicação dos métodos, nos meses de fevereiro, março e abril de 2017, ao iniciar o ano letivo, o professor conversou com a sala de aplicação do método, para orientar os alunos sobre a metodologia que iria desenvolver no 2º bimestre, ressaltando a importância do estudo prévio para as aulas, o trabalho em equipe, o aprendizado por pares, e os benefícios que os métodos poderiam trazer para o ambiente de ensino e aprendizagem em sala de aula.

O questionário aos alunos conforme descrito no item 4.2 – Período de aplicação, também foi aplicado no 1º bimestre; assim, o professor teve tempo hábil para organizar, programar, para dirigir situações de aprendizagem, conforme sugere Perrenoud (2000) na definição de sua primeira competência para ensinar.

Os vídeos foram gravados concomitantemente no período de aplicação dos métodos. O professor ainda orientou os alunos neste 1º bimestre quanto ao canal criado por ele no *youtube*, além de criar com a sala o grupo no *WhatsApp* “Videoaula”, ações que repercutiram positivamente quanto à motivação dos alunos e o início do despertar do interesse para os métodos combinados.

Ao identificar o aluno que não teria acesso à *internet*, o professor o tranquilizou, informando que lhe entregaria um CD ou um *pendrive* com os vídeos gravados e alertando-o que não seria prejudicado.

Houve, ainda, um dia de aula, ou seja, 2 h/a no 1º bimestre, dedicado a tirar todas as dúvidas que os alunos ainda tinham sobre a proposta apresentada e, ao

mesmo tempo, o professor aproveitou a oportunidade para continuar com o processo de motivação dos alunos para facilitar a aplicação dos métodos e apropriação destes, ou seja, a ideia era fortalecer o interesse dos alunos.

4.5.2 Aplicando os métodos

Na primeira videoaula e *Peer Instruction* em sala de aula (04/05/2017) - VD₁₀, o vídeo foi postado na *internet* normalmente pelo professor, sendo notificado aos alunos pelo *WhatsApp* que o vídeo já estava disponível na *internet*, e que deveriam assistir ao vídeo e postar um comentário sobre o mesmo, quanto ao entendimento da aula, dúvidas que tiveram ou outros comentários que achassem conveniente.

Ao chegar em sala de aula, houve uma perda de tempo quanto à arrumação da sala e logística para aplicação da *Peer Instruction*. A tabulação dessa aula foi manual e, conseqüentemente, o cálculo das questões certas foi feito pelo professor manualmente, o que ocasionou um pouco mais de perda de tempo. Nessa aula, foram abordadas apenas três questões.

Os alunos ainda estavam sentindo a diferença dos métodos. Não havia matéria na lousa e a aula passou rapidamente. Professor e alunos foram arrumar a sala, resolver a questão individual, explicar para o colega ou vice e versa, aguardar a explicação do professor e já iniciava a segunda questão.

Lembrando que, após resolverem a questão¹⁰ 1.1, os alunos marcavam suas respostas em recortes de papel em branco, entregue pelo professor no início da aula. O professor, depois de um determinado tempo, passava de aluno em aluno anotando as respostas e fazendo a tabulação das mesmas, processo que levava muito tempo. Após tabulação da questão 1.1, passava-se para a discussão entre eles. Neste momento, os alunos argumentavam entre si o porquê de suas respostas, num processo de convencimento. Em seguida, após as discussões, eles marcavam os resultados da questão 1.2 (questão 1, seguido da segunda resposta). Seguia-se a mesma rotina. Novamente, o professor passava, depois de um tempo predeterminado, para coletar e tabular as respostas. Na Figura 7 é apresentado um exemplo do recorte de papel utilizado nas primeiras aulas pelo professor.

¹⁰ Questão: Uma mesma questão podia ser perguntada aos alunos duas vezes, por isso a marcação 1.1 referia-se à votação da primeira questão antes das discussões em pares e a questão 1.2 referia-se à primeira questão, mas segunda votação, após a discussão por pares.

Figura 7 – Registro do aluno, referente às respostas das questões apresentadas.

Fonte: Autoria própria.

Esse processo inicial e manual, apesar de sua simplicidade, já começava a despertar uma mudança na postura dos alunos frente à resolução de exercícios em sala de aula e a vontade em vir para a aula preparado. Contudo, a tabulação demorava um pouco para ser apresentada, e era apresentada verbalmente. Havia ainda na aula espaços improdutivos, em que alguns alunos que acabavam a resolução rapidamente ficavam esperando o comunicado e resolução do professor.

As aulas exigiam maior articulação e movimentação do professor, que saía exausto. O tempo das aulas passava rapidamente e as tabulações neste formato não eram eficazes. Contudo, os alunos demonstravam bastante entusiasmo para as aulas seguintes. Outra observação importante é que os alunos não postaram no canal do professor nenhum comentário a respeito da videoaula, conforme orientação inicial.

Na segunda videoaula e *Peer Instruction* em sala de aula (09/05/2017) - VD₁₁, sua sequência seguiu conforme a aula anterior. Contudo, o professor começou a avaliar as postagens dos alunos; ou seja, ao informar pelo *WhatsApp* que o vídeo já estava disponível na *internet*, o professor também informou que a postagem antes da aula em sala de aula iria valer nota e ajudaria no cálculo da média final.

Na Figura 8, são mostradas algumas postagens e comentários dos alunos referentes a essa videoaula. O professor pediu para que os alunos se identificassem colocando o número de chamada para facilitar a identificação dos mesmos e posterior avaliação.

Figura 8 – *PrintScrin* da tela de postagem dos alunos.

Fonte: Autoria própria.

Para a aplicação da *Peer Instruction*, o professor passou a chegar na sala 10 minutos antes do início da aula. Arrumava as carteiras para facilitar a discussão por pares e esperava os alunos chegarem. Então, os mesmos iam-se acomodando nas carteiras arrumadas, com os colegas com quem estavam acostumados a conversar. Em seguida, iniciava-se a aula. A marcação continuou sendo no formato manual, mas agora conforme formulário apresentado na Figura 2.

O professor havia elaborado o formulário e entregava aos alunos no início das aulas. Outra mudança, ao invés de o professor se deslocar de aluno em aluno, ao término de cada marcação das questões para tabulação das respostas, eles vinham até o professor com o formulário para que este fizesse a tabulação. A Figura 9 evidencia um desses formulários preenchidos pelos alunos. Com essas alterações, passou-se a resolver quatro questões por aula. Percebeu-se que houve um engajamento e entusiasmo nos alunos. Todos estavam envolvidos no processo, e a oportunidade de discutirem em pares realmente fez com que aquele aluno que tinha mais dificuldade com a matéria se sentisse encorajado e confiante.

Figura 9 – Evidência de registro manual preenchido pelo aluno.

Nº do Aluno:	Data:
9	9/5
Questões da aula	Alternativas
1.1	a ✓
1.2	a
2.1	b ✗
2.1	c
3.1	c ✓
3.2	c
4.1	a ✓
4.2	a
5.1	—
5.2	—

Fonte: Autoria própria.

Importante relatar que ainda não estava dando tempo de cumprir algumas questões burocráticas em sala de aula, como, por exemplo, fazer chamada.

As videoaulas 12, 13 e 14 e respectivos conteúdos que ocorreram nos dias 11, 16, 18 e 23/05/17, seguiram a sequência detalhada nas aulas anteriores. Contudo, percebeu-se um amadurecimento natural dos alunos para com o processo. Por exemplo, uma aluna por nome fictício Manoela, perguntou ao professor como ela faria para aprender a resolver equações do 1º e 2º grau, pois ela percebeu que sua dificuldade muitas vezes era por não saber resolver essas equações. Neste exemplo específico, as ações do professor foram as seguintes:

- a) Orientou a aluna sobre quais livros pesquisar;
- b) Utilizando a mini lousa branca (relatada no item 4.4.4), explicou individualmente para essa aluna a resolução de tais equações.

A simples novidade da mini lousa foi fator de motivação para os alunos. Essa aluna, que durante o levantamento de dados foi a aluna mais crítica com relação à matemática, agora estava sorrindo para o professor descontraidamente, e mais, querendo aprender, para ser mais assertiva nas suas respostas.

O número de questões máximas resolvidas em duas horas-aula pelo professor era de quatro questões. Ainda se perdia muito tempo organizando a sala, e o professor precisava começar a fazer as questões burocráticas envolvidas nas aulas, como preencher o diário de classe e realizar a chamada. Ainda havia interrupções por

representantes da escola, para dar algum aviso aos alunos, recolher carteirinhas ou entregá-las, mas os alunos estavam todos bem empenhados e, o mais importante, felizes com as aulas.

Após a conclusão da videoaula 14, os alunos fizeram a primeira avaliação padronizada, conforme regulamento interno da escola, cujo resultado será analisado na conclusão deste trabalho.

4.5.3 Aplicando o método Sala de Aula Invertida através de leitura e interpretação de textos matemáticos

Logo após a primeira avaliação padronizada pela escola, deu-se continuidade na aplicação da Sala de Aula Invertida, porém com uma mudança, pois ao invés de postar vídeos, o professor pedia aos alunos que lessem o conteúdo no livro didático (LEONARDO, 2013), procurassem analisar os exemplos apresentados e relacioná-los com os respectivos conteúdos e, se possível, realizar alguns exercícios antes das aulas. Ainda pediu que postassem no grupo de *WhatsApp* suas interpretações, dúvidas ou fizessem em poucas palavras um comentário de sua percepção quanto ao estudo feito, reforçando que tais postagens valeriam notas.

Na sala de aula, a rotina continuava a mesma com a aplicação da *Peer Instruction*. Uma nova abordagem foi feita pelo professor. Ele começou a agrupar os alunos com mais facilidades e os alunos com menos facilidades, numa tentativa de avaliar como seria a motivação. Como a sala tinha 10 alunos, foram agrupados em dois grupos de cinco alunos. Neste cenário, o professor, durante a discussão por pares, ficava mais tempo próximo do grupo com maiores dificuldades, intervindo numa determinada dúvida e encorajando o grupo. O tempo para esse grupo chegar na resposta, obviamente, era maior que do grupo com menos dificuldade. Há de se ressaltar que, no começo, houve uma certa resistência para separar as famosas “panelinhas” e, em seguida, uma queda no interesse. Diria que a sala estava menos entusiasmada como do início da aplicação dos métodos, porém era evidente a evolução dos alunos, e a apropriação dos conteúdos, obviamente cada um dentro de suas limitações individuais.

Apesar dos obstáculos e dificuldades, os alunos estavam cada vez mais se adaptando às metodologias. Eles não sentiam mais a falta das aulas tradicionais, processo que ocorreu naturalmente.

A partir das videoaulas 15, 16, 17 e 18, foi desenvolvido um novo sistema para tabulação das respostas dos alunos durante as aulas da *Peer Instruction*. O professor criou uma planilha em *excel* para tabular as respostas dos alunos. Com o término do conteúdo sobre determinantes, iniciou-se os estudos sobre equações lineares, sistemas lineares, soluções de sistemas e, por fim, resolução de sistema normal pela regra de Cramer, matéria final antes da 2ª prova padronizada pela escola.

Quando foi anunciado em sala de aula que as videoaulas retornariam, houve comemoração entre os alunos, demonstraram felicidade e entusiasmo com o retorno. Neste momento, percebeu-se que, com os vídeos gravados pelo professor da sala, tornou-se mais fácil o entendimento do mesmo por parte dos seus respectivos alunos, e ainda que os vídeos sobressaem à leitura de textos matemáticos quanto a despertar o interesse dos alunos.

As aulas nessa turma eram sempre dobradas. O total de aulas de matemática no período noturno durante a semana eram quatro aulas. Assim, elas aconteciam às terças-feiras das 19h às 20h30 e às quintas-feiras das 21h30 às 23h. Esse horário (aulas dupla) contribuiu para o preparo das salas de aula, contudo o professor precisava chegar 15 minutos antes das aulas, para arrumar a sala a fim de não perder tempo: arrumava as carteiras, montava a tela de projeção levando-a até a sala de aula, montava o projetor multimídia, ligava o *notebook* e testava os aparelhos abrindo as questões que agora estavam em *PowerPoint* e também a planilha de *excel* na qual os alunos iriam digitar a alternativa que achavam correta.

Há de ressaltar que antes de ir para sala de aula, o professor já havia gravado o vídeo, e às vezes estes eram gravados mais de uma vez, pois, após a edição, eram encontrados erros, tendo que refazer todo o processo. Além disso, postava os vídeos, informava os alunos que os vídeos já estavam disponíveis no canal, checava as postagens dos alunos através do *e-mail* que recebia e registrava as dúvidas e questões levantadas pelos alunos, para pontuar durante as aulas, bem como para avaliação futura, e algumas vezes respondia dúvidas pelo grupo de *WhatsApp*.

Ao chegarem em sala de aula, os alunos encontravam a sala sempre organizada, carteiras enfileiradas, recursos audiovisuais a postos. Eles já estavam comprometidos e sensibilizados, portanto, não se perdia mais tanto tempo em organizar a sala, o que passou a dar tempo para tratar os assuntos burocráticos já relatados. Uma percepção importante é que os alunos já se organizavam, arrumando sua própria mesa com o material necessário para a sessão de *Peer Instruction*,

colocando sobre ela: folha em branco, caneta e lápis para anotação. Enquanto isso era feita a chamada pelo professor, pois eles demonstravam não querer perder tempo, para começar a sessão de perguntas, respostas e explicações.

O processo, neste momento, já estava bastante amadurecido. O professor, inicialmente, começava a fazer um comentário sobre a videoaula e sobre as postagens. Aproveitava-se para comentar sobre algumas dúvidas que surgiram nas postagens e que podiam ser de âmbito geral da sala, e as dúvidas individuais eram tratadas pelo professor individualmente no decorrer da aplicação do método.

Em seguida, iniciava-se a aplicação da *Peer Instruction*, sendo que cada questão apresentada, agora tabulada digitalmente em *excel*, seguia as seguintes etapas, conforme proposta por Mazur (2015); ou seja, o professor apresentava a questão via *PowerPoint*, realizava a primeira tabulação das respostas, em seguida, os alunos discutiam a questão em grupo, o professor realizava a segunda tabulação, e explicava a resolução da questão, passando em seguida para a próxima questão.

A Figura 10 resume a sequência que foi implementada em sala de aula.

Figura 10 – Aplicação da *Peer Instruction*.

Fonte: Adaptado de Mazur (2015).

Desta forma, após cada tabulação às respostas das questões dos alunos, seguia-se conforme esquema da Figura 10. Ou seja, acertos da sala abaixo de 30%, o professor voltava e explicava detalhadamente os conceitos e teorias; entre 30% e 70%, abria para discussão em pares; acertos acima de 70%, o professor iniciava uma nova questão.

Cada questão era apontada na planilha, na qual o aluno, no seu respectivo número de chamada, selecionava a alternativa de sua resposta, entre as opções A,

B, C e D, e na célula correspondente (coluna alternativa x linha nº de chamada) lançava o número 1, e automaticamente o sistema já ia tabulando as respostas, conforme exemplo da Figura 11.

Figura 11 – Planilha demonstrativa para lançamento das respostas pelos alunos.

B15		Total de aluno																																				
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK		
1	nº																																					
2	Nome do Aluno	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C		
3		30%	40%	10%	20%	0%	100%	0%	0%	11%	33%	11%	44%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%																	
4	8 Aluno 1	1								1										1		1																
5	10 Aluno 2																																					
6	12 Aluno 3	1																																				
7	13 Aluno 4			1																																		
8	15 Aluno 5		1																																			
9	18 Aluno 6																																					
10	20 Aluno 7		1																																			
11	22 Aluno 8				1																																	
12	25 Aluno 9		1																																			
13	29 Aluno 10		1																																			
14																																						
15	Total de aluno																																					
16	Aunos já enviaram		10				10				9				9				10				0				9			0								
17																																						
18																																						
19																																						
20																																						
21																																						

Fonte: Autoria própria.

A planilha acima estava disponível para os alunos, e assim que eles terminassem de resolver sua questão se dirigiam ao computador do professor e apontavam seus resultados. Para que um aluno não visse a resposta do outro, o professor configurou a célula para cor branca ou azul (a fonte), assim, por exemplo, quando o aluno 1 fosse marcar sua resposta para questão 1.1 na célula C4, a fonte estava na cor branca, e quando o aluno 2 fosse marcar sua resposta, não conseguia visualizar a marcação do aluno 1, e como ele marcou na célula D5, a cor da fonte nessa célula era azul, e assim sucessivamente, e ao término do lançamento o professor alterava a cor da fonte das respectivas células para cor preta, de forma que os alunos pudessem visualizar as respostas. Na linha 2 já era calculado o percentual de acerto por questões.

Na linha 15, o professor inicialmente lançava o número de alunos presentes na aula, e na linha 16, à medida que os alunos fossem marcando suas respostas, o

sistema já informava o total de alunos que já haviam resolvido a questão e lançado na planilha, para controle do professor e administração do tempo.

Na Figura 12, nas abas da planilha, aparecem as pastas Tabulação de Aula, que se referem à planilha acima, e demais abas, questão 1.1, questão 1.2 e assim sucessivamente.

A planilha com a aba questão 1.1 refere-se ao gráfico de setor, que está vinculado com as respostas apontadas pelos alunos, quanto à primeira parte da aplicação da *Peer Instruction*, na qual os mesmos tentavam resolver os exercícios individualmente. Após a conclusão dos lançamentos pelos alunos, o professor clicava nessa aba e já aparecia o gráfico dos resultados referente à pontuação realizada. Na Figura 12, é apresentado um exemplo do gráfico. Convém ressaltar que este é correspondente às marcações da Figura 11.

Figura 12 – Resultados dos apontamentos dos alunos referentes à questão 1.1.

Fonte: Autoria própria.

Nesta questão, a resposta correta era a alternativa B, e o gráfico informa que apenas 40% dos alunos optaram por essa alternativa. Desta forma, o professor dava continuidade à segunda parte da aplicação da *Peer Instruction*, ou seja, a discussão entre os colegas. Convém ressaltar que o entusiasmo dos alunos era notável. A aula

tomou um dinamismo que o professor não havia presenciado antes. A vontade de querer acertar, de conferir, de ajudar o colega e argumentar tomavam conta da sala.

Após as discussões, os alunos ajustavam, ou não, suas resoluções, e se dirigiam ao computador para lançar novamente suas respectivas respostas, agora na questão 1.2, ou seja, primeira questão, segundo lançamento (após a discussão entre colegas). A Figura 13 apresenta os resultados dos alunos após aplicação da *Peer Instruction*.

Figura 13 – Resultados dos alunos referentes à questão 1.2, após aplicação da *Peer Instruction*.

Fonte: Autoria própria.

Percebeu-se que, após a discussão, os alunos compreenderam a questão, e 100% da sala optou pela opção correta, ou seja, a alternativa B.

À medida que a aula ia se desenrolando, notou-se uma assertividade maior dos alunos.

4.6 A aplicação dos métodos combinados na turma de 2018

Na turma de 2018, no 1º bimestre, bimestre que antecedeu a aplicação dos métodos, o professor realizou atividades semelhantes à turma de 2017:

- a) conversou com a sala;
- b) aplicou o questionário para conhecer os alunos e organizar e dirigir situações de aprendizagem, conforme sugere Perrenoud (2000);
- c) como os vídeos já estavam gravados e disponíveis no canal do *youtube* do professor, ele orientou os alunos quanto ao acesso e entregou um cronograma e orientações iniciais para o bom andamento da aplicação dos métodos, conforme APÊNDICE C;
- d) para alunos com dificuldade de acesso, disponibilizou recursos para que os mesmos pudessem ter acesso às videoaulas;
- e) entregou um cronograma prévio aos alunos, primeira mudança em relação à turma de 2017.

4.6.1 Aplicando o método Sala de Aula Invertida

Na turma de 2017, o professor identificou que assistir as videoaulas em casa e, em seguida, na sala de aula já participar da sessão de *Peer Instruction* não propiciava ao educando um tempo para assimilação do conteúdo de forma mais consistente e cadenciada.

Em 2018, com os dados coletados dos alunos no 1º bimestre, principalmente com relação ao desempenho nas avaliações mensais e bimestrais, no modelo tradicional da escola, o professor dividiu a sala em sete grupos de quatro alunos, cujo critério de composição do grupo foi a proximidade de desempenhos.

A aplicação dos métodos foi realizada na seguinte sequência:

- Os alunos assistiam as videoaulas em casa,
- Postavam seus aprendizados ou dúvidas no canal do *youtube* do professor, ação esta que valeria nota,
- Em sala de aula, após assistirem as videoaulas, o professor levava uma série de exercícios para os alunos fazerem nos seus respectivos grupos. Convém comentar que com essa estratégia de montagem dos grupos por conhecimentos prévios na disciplina e similaridade de aprendizado, o professor “reduziu” a sala de 28 alunos para sete alunos, ou seja, cada grupo possuía características de aprendizagem diferentes, mas muito parecidas entre os membros de cada grupo. A Figura 14 evidencia os alunos trabalhando em grupo para a realização dos exercícios.

Figura 14 – Realizando exercícios em grupo composto por alunos com conhecimentos similares.

Fonte: Autoria própria.

Desta forma, o professor conseguiu dedicar mais tempo aos grupos com maior dificuldade na disciplina e defasagem de aprendizado, tornando o ensino quase que individualizado, conforme Figura 15.

Figura 15 – Professor explicando aos alunos com maior dificuldade de aprendizado.

Fonte: Autoria própria.

– Após a prática em sala de aula do conteúdo abordado na videoaula é que ocorriam as sessões de *Peer Instruction*.

4.6.2 Aplicando o método *Peer Instruction* com a utilização da ferramenta *Plickers*

Na turma de 2018, o professor, após pesquisa e aprendizado, utilizou uma nova ferramenta para tabular as respostas dos alunos às questões propostas: o aplicativo *Plickers*.

Andrade e Oliveira (2017) afirmam que é possível utilizar as tecnologias de informação e comunicação em todas as disciplinas do currículo escolar, sendo necessário que os professores sejam capacitados para seu uso e que possam adotar as tecnologias como aliadas ao processo educacional.

Para utilização da ferramenta *Plickers*, inicialmente, o professor cadastrou a sala e os alunos no *site* do aplicativo (www.plickers.com), conforme Figura 16.

Figura 16 – Evidência de cadastro dos alunos no aplicativo *Plickers*.

Fonte: Plickers, 2018.

Na Figura 16, os números representam a numeração dos *cards* entregue aos alunos. Note que na lista aparecem 29 alunos. Um aluno não foi considerado para este estudo por se tratar de um aluno de dependência na disciplina.

Após cadastro dos alunos, foram impressos os *cards* que seriam entregues aos alunos em conformidade com a respectiva numeração acima, conforme mostra a Figura 4. Ao entregar, o professor explicou como utilizá-lo. Por exemplo, se o aluno considerasse que a alternativa correta da questão proposta pelo professor era a letra

A, ele deveria levantar o *card* com o A na parte superior para coleta da resposta por meio do *smartphone* do professor.

Para uso dos *cards*, as alternativas para as respostas variavam de A a D e se localizavam exatamente no meio do código, com um tamanho pequeno, como mostra a Figura 4. O número no canto superior direito ou inferior esquerdo referia-se ao número que o professor considerou ao cadastrar os alunos no aplicativo, e correspondia ao número da lista de chamada dos alunos da sala.

Para cada uma das aulas com avaliação com o uso do *Plickers*, o professor cadastrou no sistema as questões que seriam utilizadas nas aulas, com suas respectivas alternativas de respostas, conforme Figura 17.

Figura 17 – Exemplo de questões cadastradas no *Plickers*.

Fonte: Plickers, 2018.

Em algumas questões, o professor teve que utilizar o *software PowerPoint* conjuntamente com o *Plickers*, por se tratar de questões que continham gráficos ou figuras, que não são possíveis de colocar no sistema, conforme exemplo na Figura 18.

Figura 18 – Exemplo de questões nas quais foram utilizados o *PowerPoint* e o *Plickers*.

Fonte: Adaptado de São Paulo (2014-2017).

Após realização das etapas acima, iniciaram-se as sessões de *Peer Instruction*. A organização prévia das salas foi realizada pelo professor e os grupos se mantiveram como nas sessões da Sala de Aula Invertida. Com o uso do *Plickers*, as sessões se tornaram mais dinâmicas. Houve melhora no engajamento dos alunos e redução de tempo entre uma questão e outra.

4.6.3 Sala de comparação

Sem prejuízo aos alunos, o professor, em sua outra sala de segundo ano do ensino médio, com 22 alunos, prosseguiu com suas aulas de matemática, ministrando os mesmos conteúdos, mas utilizando o método tradicional e avaliações tradicionais (mensal e bimestral), embora tenha disponibilizado aos alunos as aulas em seu canal no *youtube* para quem quisesse assistir.

4.7 Contribuição adicional do método Sala de Aula Invertida

No 3º bimestre de 2017, os métodos não seriam aplicados nesta turma, e o professor precisou se afastar de suas atividades, assim, o mesmo recorreu à gravação de vídeos e ao grupo criado no *WhatsApp*. Como na escola não havia professor

habilitado de matemática, a professora que o substituiu, graduada em psicologia, por um período de oito dias, o que correspondia a três dias com os alunos, totalizando 6 h/a, foi orientada pelo professor de que as aulas estavam disponíveis no canal do *youtube* do professor, e os exercícios seriam feitos em sala de aula, podendo ser realizados individualmente ou em grupos. As dúvidas que os alunos tinham, tiravam fotos e mandavam para o professor, o mesmo resolvia e devolvia as fotos, com a explicação. Desta forma, a professora que estava em sala de aula somente monitorava a sala, no tocante à disciplina e à realização das atividades.

Esta situação foi elogiada pela professora, pelos alunos e pela coordenação da escola de aplicação do projeto. Realmente foi inovador, um professor conseguir, mesmo de licença, estar presente na sala de aula com os alunos.

Uma outra contribuição dos métodos foi a criação, pelo professor, do *ZapConference*, nome atribuído pelo professor, no qual disponibilizou uma hora-aula do seu Horário de Trabalho Pedagógico Livre (HTPL), todas as quartas-feiras, das 21h15 às 22h, para atendimento de dúvida dos alunos via *WhatsApp*. Essa ferramenta funcionava da seguinte forma: dez minutos antes do horário combinado com os alunos, o professor começava o chamado no grupo da sala que foi criado no *WhatsApp*. Às 21h15, o mesmo já atendia dúvidas que os alunos postavam no grupo. Se a explicação fosse rápida, o professor escrevia a mesma no grupo e já postava as orientações. Mas se a explicação exigisse um tempo maior, o professor gravava um vídeo curto e enviava para o grupo com a devida explicação.

5 AVALIAÇÃO

Com a implementação dos métodos combinados, os alunos passaram a vivenciar em sala de aula uma diversidade de métodos durante o processo de ensino e aprendizagem, tais como: Sala de Aula Invertida, *Peer Instruction*, trabalho em grupo, avaliação via *Plickers*, reuniões semanais via *WhatsApp*, *ZapConference* e, em alguns momentos, o professor utilizava o modelo tradicional de ensino.

Desta forma, devido à variedade de situações vivenciadas pelos alunos, conforme nos sugere Gardner (1995), o processo de avaliação deve extrapolar o modelo empregado atualmente; ou seja, os testes padronizados aplicados no estado de São Paulo, como o Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (Saresp), a Avaliação de Aprendizagem em Processo (AAP) e as avaliações propostas pela escola (Avaliação Mensal e Avaliação Bimestral) são ferramentas importantes, contudo o professor inseriu outras formas de avaliação, como a *avaliação de performance*, que considerava três pilares: postagem dos vídeos, assiduidade e postura em sala de aula. A segunda forma foi a *avaliação de desempenho*, nota referente às provas oficiais da escola, descritas conforme abaixo.

5.1 Avaliação de *performance*

5.1.1 Avaliação das postagens dos vídeos

Na turma de 2017, a partir da VD₁₃, o professor solicitou aos alunos que realizassem postagens após assistirem aos vídeos, relatando o entendimento ou dúvidas. Eles eram avaliados também quanto à pontualidade nas postagens, as quais deveriam ocorrer sempre antes das aulas em sala de aula, referente à respectiva videoaula, e transformaram-se em conceitos correspondendo a 10% da média final do bimestre. Como foram cinco videoaulas, cada postagem valia 2,0 pontos, assim, um aluno, por exemplo, que fez três postagens teria uma pontuação de 0,60 para computar em sua média, resultado de 3 postagens x 2,0 pontos x 10%. Este critério foi democraticamente acertado com os alunos. Na Figura 19, é apresentada uma das evidências da informação passada pelo professor aos alunos, quanto aos resultados de suas postagens via grupo de *WhatsApp*.

Figura 19 – Informação aos alunos via *WhatsApp* referente a suas postagens.

Fonte: Autoria própria.

Na Figura 19, o professor identifica uma aluna que não havia feito nenhuma postagem, contudo na sala de aula a mesma era participativa, e ao perguntar para essa aluna o motivo de não ter postado nenhum comentário, sobre nenhuma aula, a mesma explicou o motivo, alegando que assistiu as videoaulas mas esqueceu de comentar. Obviamente, o professor tomou uma atitude de reforçar para esta aluna que suas postagens são importantes para melhoria das aulas em sala de aula, bem como para sua própria autoavaliação. O professor deve estar atento constantemente nas atitudes dos alunos, corrigindo alguns desvios no momento que os mesmos surgirem.

A turma de 2018 seguiu a mesma rotina realizada na turma de 2017 e, para controle dos registros, foi elaborado formulário denominado Controle de postagem nas videoaulas (APÊNDICE D).

5.1.2 Avaliação quanto à assiduidade dos alunos

Na turma de 2017, a assiduidade foi calculada considerando o percentual de presença dos alunos em relação ao total de aulas dadas. O objetivo desta avaliação foi verificar a contribuição do método para melhorar a presença do aluno em sala de aula, evitando excesso de falta, pois, como a clientela é de alunos do noturno, que em muitos casos trabalham durante o dia, a incidência de faltas poderia contribuir para

resultados insatisfatórios. Na Figura 20, apresenta-se o gráfico de barras comparando a assiduidade dos alunos no 1º e 2º bimestres de 2017.

Figura 20 – Comparativo assiduidade dos alunos.

Fonte: Autoria própria.

Observa-se que houve uma melhora na assiduidade de 60% da sala. Há que se ressaltar que, quando comparado com anos anteriores, geralmente no 2º bimestre começa a ocorrer o início da evasão escolar e a queda no percentual de assiduidade, devido às características do ensino noturno. Contudo, percebe-se que a assiduidade da sala aumentou, ou seja, houve uma melhora percentual de 3% na assiduidade dos alunos. Ressalta-se, neste trabalho, que o fato de permanecer o percentual de assiduidade já seria considerado um bom resultado, comparando com anos anteriores e com salas com a mesma característica desta. Desta forma, apesar de a sala já apresentar uma boa assiduidade, o projeto conseguiu mantê-la e até aumentá-la.

A assiduidade acima de 75% já valeria ao aluno um acréscimo de 1,0 ponto na média final, considerando o critério de assiduidade adotado pela escola. Contudo, apesar do percentual mínimo de 75% de assiduidade, os alunos naturalmente perceberam a importância da participação nas aulas, pois superaram essa marca e em média a assiduidade da sala foi de 92%. Isso demonstra a contribuição dos métodos combinados com a participação, o engajamento e a motivação dos alunos.

Na turma de 2018, os alunos eram do ensino médio diurno, portanto, a assiduidade não era um problema a ser analisado, uma vez que o índice de frequência dos mesmos se manteve acima de 90% nos dois bimestres de aplicação do projeto.

5.1.3 Avaliação da postura dos alunos em sala de aula

Este trabalho procurou implementar a avaliação além dos modelos tradicionais. Buscou-se desenvolver ao longo da aplicação dos métodos combinados um processo de *feedback*, dado no momento em que o aluno precisa da informação, para que desenvolva sua aprendizagem. A avaliação foi utilizada como um fator de motivação, de encorajamento, como informativa e não como julgamento, permitindo ao aluno e ao professor desenvolver sua auto avaliação.

Para ambas as turmas, o professor conduziu a avaliação quanto à postura dos alunos em sala. Os *feedbacks* foram constantes e pontuais durante a aplicação da *Peer Instruction*. Os erros dos alunos foram analisados e corrigidos durante as aulas. O professor observou como se processava o relacionamento dos alunos, o respeito entre eles, a atenção e as comemorações e conquistas, e os mesmos fizeram sua própria autoavaliação, pontuando de 0 a 1 a nota que atribuiriam a si mesmo quanto a sua participação no processo, e essa atribuição seria também incorporada na média final. Importante ressaltar que foi possível realizar a avaliação dessa forma pois se observou, por parte do professor, um amadurecimento gradativo da turma, desde a aplicação da primeira videoaula e, conseqüentemente, da primeira aplicação dos métodos até o dia da avaliação. Ainda há de se ressaltar que, na turma de 2017, 20% dos alunos atribuíram nota 1 para eles mesmos, e dos demais, 50% atribuíram 0,85 e 30% atribuíram 0,80. Na turma de 2018, 60% atribuíram 1 ponto para sua autoavaliação e os outros 40% atribuíram entre 0,5 e 0,99 pontos, sensivelmente percebido pelo professor que a turma da tarde, por não trabalharem fora e os pais participarem mais do processo educacional dos filhos, demonstrou mais comprometimento com o processo.

5.2 Avaliação de desempenho

5.2.1 Turma de 2017

A avaliação de desempenho foi composta de avaliação mensal realizada no final do mês de maio e avaliação bimestral realizada no final do mês de junho, conforme calendário escolar. As duas avaliações foram compostas de cinco questões dissertativas a respeito dos conteúdos trabalhados pelo professor, conforme já devidamente descritos nesse projeto.

Figura 21 – Comparativo das notas individuais dos alunos (1º e 2º bimestres de 2017).

Fonte: Autoria própria.

No início da realização da prova, o professor disponibilizou as fórmulas para os alunos utilizarem na resolução das questões propostas. Elas foram aplicadas de forma individual, não podendo haver nenhum outro tipo de consulta.

Nas Figuras 21 e 22, são demonstrados o desempenho dos alunos, comparando o 1º e o 2º bimestre, sendo no primeiro gráfico (Figura 21) as notas individuais dos alunos, seguido do segundo gráfico (Figura 22), comparando o desempenho geral da turma relacionando os mesmos bimestres.

Na figura 21, ao compararmos a média das duas provas formais solicitadas pela escola, no 2º bimestre em relação ao 1º, pode-se observar que 70% dos alunos

melhoraram suas notas, 20% dos alunos mantiveram suas médias, e apenas para 10% dos alunos houve uma queda na média.

Figura 22 – Comparativo da média geral da sala (1º e 2º bimestres).

Fonte: Autoria própria.

Observa-se que houve uma melhora de 40% na média da sala, que foi de 5,0 pontos no 1º bimestre, para 7,0 pontos no 2º bimestre. Desta forma, comprova-se que os métodos combinados podem ter contribuído para a melhoria do desempenho dos alunos quanto à avaliação formal e tradicional solicitada pela escola.

5.2.2 Turma de 2018

A avaliação de desempenho na turma de 2018 foi realizada considerando os mesmos critérios da turma de 2017, inclusive para a sala de comparação, de forma que se possa mais adiante fazer uma análise das três turmas.

Na Figura 23, apresenta-se os dados comparativos, em termos percentuais, considerando a média dos alunos das duas provas formais da escola. Em virtude da quantidade de alunos (total de 28), somou-se a quantidade de alunos que melhoraram a nota, e as demais características e calculou-se os percentuais.

Figura 23 – Comparativos percentuais das notas individuais dos alunos, considerando o 1º e o 2º bimestres de 2018.

Fonte: Autoria própria.

Pode-se observar que, com a aplicação dos métodos, houve uma melhora de 64% dos alunos em relação a suas respectivas notas do 1º bimestre. Se comparada com a turma do ano de 2017, na qual a melhora foi de 70%, percebe-se a queda de percentual de alunos que melhoraram. Contudo, os alunos de 2018, do período diurno, já haviam obtido um desempenho satisfatório no 1º bimestre, mas mesmo assim, 64% conseguiram melhorar ainda mais. Embora 29% dos alunos pioraram suas notas em relação ao 1º bimestre, convém comentar que, destes, 87,5% mantiveram suas médias acima de 5 pontos, média mínima para aprovação na escola.

Na média geral da sala, comparando o 1º bimestre com o 2º bimestre, houve uma melhora de 37%. Na turma de 2017, a melhora foi de 40%, comparando os mesmos bimestres e seguindo os mesmos critérios.

5.2.3 Analisando a turma de comparação do segundo ano

Na Figura 24, são analisados os resultados individuais dos alunos, referentes ao 1º e 2º bimestres, com relação à média, através de percentuais sobre os que melhoraram, pioraram ou mantiveram. Nesta turma havia 22 alunos.

Figura 24 – Percentuais comparativos das notas individuais dos alunos da turma de comparação.

Fonte: Autoria própria.

Percebe-se que na sala em que permaneceu o método tradicional, houve um aumento de alunos que pioraram suas notas em relação ao 1º bimestre de 50%. A média geral da sala também reduziu 5,38%.

5.2.4 Analisando as três turmas

Na Figura 25 é apresentado um resumo comparativo entre as três turmas, para análises quanto aos resultados de melhorias de cada turma em relação ao 1º e 2º bimestres.

Figura 25 – Comparativo das três turmas em relação à melhoria individual de cada aluno considerando 1º e 2º bimestres.

Fonte: Autoria própria.

Percebe-se que a aplicação dos métodos contribuiu para uma alavancagem no aprendizado dos alunos. Há que se comentar que, no ano de 2017, a sala tinha apenas 10 alunos, e na turma de aplicação de 2018 a sala tinha 28 alunos. Contudo, embora houvesse um número maior de alunos, houve melhoras significativas nas notas. Com relação à sala de comparação, em 2018, os resultados são negativos, pois houve piora para 50% dos alunos.

5.2.5 Avaliação do efeito da aplicação dos métodos

Neste trabalho, para a avaliação do estudo quantitativo de impacto, considerou-se até o momento a utilização da estatística descritiva para comparar a melhoria sobre a aprendizagem dos alunos, levando em consideração três grupos de estudos: as turmas de aplicação do projeto em 2017 e em 2018 e a turma de comparação de 2018, com a qual o professor seguiu com o método tradicional de ensino.

Para Lindenau e Guimarães (2012), num teste estatístico, ao se comparar dois procedimentos, é importante calcular o tamanho do efeito de um evento em relação ao outro.

Neste trabalho, avaliou-se o resultado após a aplicação dos métodos combinados não somente mostrando o desempenho dos alunos a partir de uma abordagem comparativa, mas sim, segundo Lindenau e Guimarães (2012), avaliou-se o tamanho do efeito, após a aplicação dos métodos, por meio do fator utilizado denominado o fator “d” de Cohen (1977). Segundo Lindenau e Guimarães (2012), esse fator se mostrou bem adequado, quando comparamos duas turmas, sendo uma o grupo experimental (sala de aplicação dos métodos combinados) e a outra o grupo de controle (sala na qual não foram aplicados os métodos combinados).

Para se calcular o fator d de Cohen (1977), utiliza-se a seguinte expressão:

$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

Nos quais:

$\bar{x}_1$, $\bar{x}_2$ – são as médias do grupo experimental e do grupo de controle, respectivamente,

n_1 , n_2 – são os tamanhos amostrais dos grupos analisados,

S_1^2 , S_2^2 – são as variâncias amostrais dos grupos analisados.

Do ponto de vista de Cohen (1977), o valor de d pode ser interpretado da forma como indicada na Tabela 6.

Tabela 6 – Interpretação dos valores segundo Cohen.

Classificação	Valores
Efeito pequeno	$0,00 < d < 0,20$
Efeito médio	$0,20 < d < 0,80$
Efeito grande	$d > 0,80$

Fonte: Cohen (1977).

Outro parâmetro que foi utilizado para mensurar a diferença de efeito neste trabalho é o fator g de Gery (1972), utilizado quando comparamos a sala de aplicação dos métodos com ela mesma, ou seja, um pré-teste que antecede a aplicação dos métodos e um pós-teste posterior a aplicação dos métodos.

Para se calcular o fator g de Gery, utiliza-se a seguinte expressão:

$$g = \frac{x_{pós-teste} - x_{pré-teste}}{N_{máxima} - x_{pós-teste}}$$

Onde:

$x_{pós-teste}$ – é a média do pós-teste,

$x_{pré-teste}$ – é a média do pré-teste,

$N_{máxima}$ – é a nota máxima que o aluno pode alcançar.

Do ponto de vista de Gery (1972), o valor de g pode ser interpretado como indicado na Tabela 7 a seguir:

Tabela 7 – Interpretação dos valores segundo Gery

Classificação	Valores
Ganho baixo	$0,00 < g < 0,30$
Ganho médio	$0,30 < g < 0,70$
Ganho alto	$g > 0,70$

Fonte: Gery (1972).

5.2.5.1 Análise segundo fatores de g de Gery (1972) e desvio padrão da turma de 2017

Os dados apontados abaixo foram extraídos do APÊNDICE E. Quando comparada a turma de 2017 (Grupo experimental), considerando o 1º bimestre (pré-teste) e o 2º bimestre (pós-teste), são obtidos os seguintes resultados:

- a) Fator g de Gery – 0,633, apresenta um ganho médio na aprendizagem dos alunos;
- b) Desvio padrão – reduziu de 2,662 para 1,549. Como a média dos alunos aumentou em 40%, isso demonstra que houve redução da diferença de aprendizado entre eles, pelo lado positivo, pois os alunos com baixo rendimento melhoraram seus resultados, aproximando-se dos alunos de rendimento melhor, e consequentemente contribuindo para melhor na média da sala.

5.2.5.2 Análise segundo fatores de Gery (1972) e desvio padrão da turma de 2018

Os dados apontados abaixo foram extraídos do APÊNDICE F. Quando comparada a turma de 2018 (Grupo experimental), considerando o 1º bimestre (pré-teste) e o 2º bimestre (pós-teste), são obtidos os seguintes resultados:

- a) Fator g de Gery – 0,1936, apresenta um ganho baixo na aprendizagem dos alunos.
- b) Desvio padrão – reduziu de 3,996 para 2,791. Como a média dos alunos aumentou em 37%, isso demonstra que houve redução da diferença de aprendizado entre eles, pelo lado positivo, pois os alunos com baixo rendimento melhoraram seus resultados, aproximando-se dos alunos de rendimento melhor.

5.2.5.3 Análise segundo fatores de Gery (1972) e desvio padrão da turma de 2018, sala de comparação

Os dados apontados abaixo foram extraídos do APÊNDICE G. Na sala de comparação (Grupo de controle), o professor manteve o método tradicional. Quando

comparada a turma de comparação de 2018, considerando o 1º e o 2º bimestres, são obtidos os seguintes resultados:

- a) Fator g de Gery – (-0,02797), apresenta resultado negativo. Portanto, nesta sala, onde não foram aplicados os métodos combinados, houve uma perda no 2º bimestre em relação ao primeiro, ao contrário das salas de 2017 e 2018 que tiveram ganhos, considerando o fator g de Gery;
- b) Desvio padrão – reduziu de 2,829 para 2,044. Como a média dos alunos diminuiu em 5%, aproximadamente, isso demonstra um efeito inverso ao das turmas de 2017 e 2018, ou seja, os alunos com médias melhores no 1º bimestre apresentaram uma queda em suas médias, aumentando a homogeneidade no aprendizado em virtude da queda das melhores notas.

5.2.5.4 Análise segundo fatores de Cohen (1977) na comparação da turma de 2018 (Grupo experimental x Grupo de controle)

Os dados apontados abaixo foram extraídos do APÊNDICE H. A comparação abaixo foi feita entre a sala na qual foram aplicados os métodos combinados no ano de 2018 (Grupo experimental) e a sala em que se manteve o método tradicional (Grupo de controle). Considerou-se o 2º bimestre para ambas as turmas, os mesmos conteúdos e os mesmos modelos de avaliação, somente foram alterados os métodos. Foram obtidos os seguintes resultados:

Fator d de Cohen – 0,4665. Observa-se que a aplicação dos métodos gerou um efeito médio para a turma de aplicação dos mesmos, quando comparada com a sala de comparação, na qual não foram aplicados os métodos, mas foram abordados os mesmos conteúdos e aplicadas as mesmas avaliações;

5.2.5.5 Análise segundo fatores de Cohen (1977) na comparação da turma de 2017 (sala de aplicação dos métodos) com a sala de comparação (Grupo de controle de 2018)

Os dados apontados abaixo foram extraídos do APÊNDICE H. A comparação abaixo foi feita entre a sala na qual foram aplicados os métodos combinados no ano de 2017, e a sala em que se manteve o método tradicional. Considerou-se o 2º bimestre

para ambas as turmas, os mesmos conteúdos e os mesmos modelos de avaliação, somente foram alterados os métodos. Foram obtidos os seguintes resultados:

Fator d de Cohen – 1,9094. Observa-se que a aplicação dos métodos gerou um efeito grande para a turma de aplicação dos mesmos;

Considerou-se, ainda, outro fator que pode ter contribuído para um resultado melhor na comparação da turma de 2017 de aplicação dos métodos: a quantidade de alunos na sala, que era de 10 alunos em relação à turma de 2018, com 28 alunos.

Em resumo, pode-se afirmar que, nas duas salas em que os métodos foram aplicados, para todas as ferramentas estatísticas utilizadas, houve melhora, ou seja:

- a) Reduziram o desvio padrão;
- b) Reduziram a heterogeneidade de aprendizagem no 2º bimestre em relação ao 1º bimestre, em relação ao conhecimento dos alunos no tocante à matemática, uma vez que aumentou a média da sala e reduziu o desvio padrão;
- c) A avaliação segundo o fator d de Cohen, utilizado para verificar o ganho entre dois eventos, que neste caso era a sala de comparação em que não foram aplicados os métodos e as salas de 2017 e 2018 em que foram aplicados os métodos, apresentou ganhos para as duas turmas de aplicação dos métodos, com ênfase maior para a turma de 2017, possivelmente em virtude de possuir uma quantidade menor de alunos;
- d) A aplicação do fator g de Gery, utilizado para verificar o ganho quando comparado uma turma com ela mesma, checando seus resultados antes da aplicação do evento e depois, demonstrou que houve melhoras nas turmas de aplicação dos métodos de 2017 e 2018, o que não ocorreu com a turma de 2018 na qual não foram aplicados os métodos, sendo mantido o modelo tradicional pelo professor.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A combinação dos métodos Sala de Aula Invertida e *Peer Instruction* foi, de fato, um diferencial nas salas de aplicação deste projeto. Em ambas as turmas, percebeu-se, inicialmente, que os alunos tinham dificuldades em justificar as respostas e argumentar com os colegas. Portanto, a gravação dos vídeos, através da Sala de Aula Invertida, foi um recurso facilitador para a aplicação dos métodos. Os alunos demonstraram motivação e facilidade de entendimento do conteúdo após assistirem as aulas. Além disso, a implementação das sessões de prática dos exercícios, ou seja, o investimento do tempo para que os alunos pudessem exercitar em grupo contribuiu para sua efetiva participação na aplicação da *Peer Instruction*, em sala de aula, individualmente, e, em seguida, nas discussões em pares, quando da sua argumentação.

A leitura do livro didático, o que ocorreu nas aulas sobre determinantes, para a turma de 2017, demonstrou ser menos eficiente em relação às videoaulas, pois o professor observou uma queda na qualidade da argumentação dos alunos, e uma ligeira desmotivação quanto ao estudo em casa, em preparação para a sala de aula, fato que reforça ainda mais a utilização de vídeos.

É possível dizer que o ambiente de aprendizagem proporcionado pela aplicação *Peer Instruction* resulta em um verdadeiro aprendizado, pois possibilita ao aluno buscar soluções para questões propostas individualmente, e em tempo simultâneo, já que obtém o *feedback* do professor. Além disso, ele pode conversar com seu colega, interagindo socialmente, e conferindo suas respostas, aprendendo com os acertos e principalmente com os erros, num ambiente dinâmico, no qual o tempo de aula passa muito rápido. Inclusive, por várias vezes, o professor ouvia os alunos dizerem: “Nossa, professor, já acabou a aula?”.

A inclusão do aplicativo *Plickers*, na turma de 2018, contribuiu para o dinamismo das sessões de *Peer Instruction*, melhoria no engajamento dos alunos, motivação e ganho de tempo, além de gerar relatórios ao professor para melhoria de rota e atendimento a alunos com maior dificuldade, agilizando o *feedback* imediato aos alunos.

A aplicação dos métodos combinados exige uma disposição do professor, pois, como relatado, é o professor quem fará acontecer o projeto. Se fossem considerados os ambientes e a infraestrutura da escola de aplicação, não haveria condições da

aplicação dos métodos. Portanto, o professor precisou investir em recursos tecnológicos.

É necessário ainda que o professor disponha de tempo, principalmente no início, pois, durante as gravações das videoaulas, pode-se dizer que ele lecionou duas vezes, enquanto gravava o vídeo, o que em média levou 1h à 1h20min, entre arrumação do cenário, gravação, assistir ao vídeo gravado, edição e publicação. Na turma de 2018, como os vídeos já estavam gravados, faltando apenas a VD₁₉, não houve mais necessidade desse tempo adicional, bem como não precisou mais comunicar os alunos via *WhatsApp* uma vez que os mesmos já foram orientados em sala de aula, nas preliminares que antecedem o uso dos métodos combinados, e, portanto, já sabiam que os vídeos estavam dispostos no canal do *youtube* do professor. Outra atividade que exige tempo adicional do professor é a verificação das postagens dos alunos antes das aulas, essencial, pois o professor já entra na sala de aula sabendo as dúvidas dos alunos para poder saná-las, orientando antecipadamente as ações de aprendizagem que professor deveria efetuar. Como a sala de aula da escola estadual de aplicação do projeto não era equipada com recursos multimídias, o professor precisa carregar consigo alguns recursos, entre eles: projetor multimídia, *notebook*, tela de projeção, *modem*, materiais de apoio e extensões elétricas, exigindo um tempo entre 10 a 15 minutos de cada aula para montagem de todo o material, por isso, é conveniente que, durante a elaboração da grade de aulas no início do ano, o professor solicite ao coordenador pedagógico que deixe aulas dobradas de matemática, facilitando a aplicação das sessões de *Peer Instruction*.

Durante as aulas, ainda continua sendo exigida uma maior dedicação do professor, pois ele precisa ficar atento às questões, no que diz respeito ao tempo dado para resolução de cada questão, atender as dúvidas dos alunos, intervir quando algo não estiver no caminho certo para corrigir a rota, motivar constantemente o aluno, e enfim, fazer acontecer.

Contudo apesar da demanda, é possível, com o tempo, que a escola vá se adaptando aos novos métodos de ensino. Por exemplo, na escola de aplicação do projeto, a direção autorizou o professor a solicitar para um agente de organização escolar deixar as salas já previamente organizadas, carteiras, tela de projeção e extensões elétricas. Quanto à gravação dos vídeos, após a gravação de uma videoaula, na turma de 2018, esse tempo que o professor investiu não se fez

necessário novamente. Desta forma, com o desenvolvimento dos métodos, é possível afirmar que o professor terá construído seus próprios vídeos para todos os conteúdos do ensino médio que ministra, e restará, portanto, fazer atualizações ou melhorias nestes, conforme achar conveniente, reduzindo este tempo e se concentrando na sala de aula.

Os métodos trouxeram aprendizagens significativas para os alunos. Nas duas salas de aplicação dos métodos, avaliou-se cenários bem diferentes, ou seja, salas com poucos alunos (turma de 2017), salas noturnas e diurnas, e ainda foram comparadas essas salas a uma terceira sala, na qual manteve-se o método tradicional.

Na análise dos dados, ao aplicar, tanto o fator de Cohen (1977) como o de Gery (1972), percebe-se que as salas melhoraram, quando comparadas consigo mesma, ou seja, 1º e 2º bimestres, sendo o primeiro no método tradicional. Entre as turmas de 2017 (noturna e com poucos alunos) e 2018 (diurna e com um pouco mais que o dobro de alunos da turma de 2017) houve ganhos de aprendizagem, conforme os métodos dos fatores. Percebe-se também que a homogeneidade de aprendizagem dos alunos aumentou positivamente, pois através da análise percebemos que houve uma redução no desvio padrão de ambas as turmas de aplicação do projeto, e inversamente a média das respectivas salas aumentou.

Quando comparada com a sala chamada de “sala de comparação”, percebe-se que, nas salas de aplicação dos métodos, os alunos também saíram melhores, conforme os mesmos critérios de Cohen (1977) e Gery (1972).

Um outro alerta que o trabalho nos trouxe foi a queda na aprendizagem da “sala de comparação”, no 2º bimestre em relação ao 1º bimestre, referente aos fatores de Cohen (1977), Gery (1972) e ao desvio padrão, demonstrando que a perpetuação dos métodos tradicionais ao longo do ano letivo, acaba reduzindo a média da sala, a homogeneidade na aprendizagem dos alunos e, conseqüentemente, ocasionando a evasão escolar.

A melhora na turma de 2017 foi ainda mais significativa que na turma de 2018. Pode-se sugerir que esse resultado é devido à quantidade de alunos na sala, contribuindo para um atendimento mais individualizado do professor para com seus alunos.

Convém ressaltar que não foi somente com o aprendizado dos conceitos e conteúdos que os métodos contribuíram. É notável a evolução dos alunos quanto à

utilização de recursos tecnológicos, quanto aos relacionamentos e ao sentimento de equipe e amizade expressados entre eles na sala de aula. Saber o momento certo de falar, e saber ouvir o outro. Evidencia-se um amadurecimento pessoal dos alunos e aumento de confiança. Ainda, há uma considerável melhoria na relação do professor e seus alunos, com a redução de atitudes negativas em sala de aula (rebeldia), tornando o ambiente escolar agradável, sadio e propício ao aprendizado.

É incontestável, para o professor, que a utilização dos métodos combinados Sala de Aula Invertida e *Peer Instruction*, tendo como apoio o aplicativo *Plickers*, vale a pena, não somente pelos resultados, mas principalmente porque o professor consegue aproveitar melhor seu tempo em sala de aula, e, apesar do cansaço após a aplicação dos métodos, ele vivencia o sentimento de realização expresso em muitos olhares de seus respectivos alunos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, G. O.; OLIVEIRA, V. C. de. Informática na educação: um olhar sobre a utilização das novas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem. **Educação, Cultura e Comunicação**, Lorena, v. 8, n. 15, p. 159-170, 2017. Disponível em: <http://fatea.br/seer/index.php/eccom/article/view/1715>. Acesso em: 13 maio 2018.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de Aula Invertida**: Uma metodologia ativa de aprendizagem. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 1999.
- COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. New York: Academic Press, 1977.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: Fundamentos e métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- DELORS, J. *et al.* **Educação**: Um tesouro a descobrir: Relatório para Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. São Paulo: Cortez: Unesco, 1998.
- DRUCKER, P. F. **Desafios gerenciais para o século XXI**. São Paulo: Pioneira, 2000.
- FEAK, C. B.; SWALES, J. M. **Telling a Reserch Story**: Writing the Literature Review. Michigam: The University Of Michigan Press, 2009.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 55. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2017.
- GADOTTI, M. **Perspectivas atuais da educação**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- GALLO, C. **A arte de Steve Jobs**: princípios revolucionários sobre inovação para o sucesso em qualquer atividade. São Paulo: Lua de Papel, 2010.
- GARDNER, H. **Inteligências múltiplas**: a teoria na prática. Porto Alegre: Artmed, 1995.
- GERY, F. W. Does mathematics matter? *In*: WELCH, A. (ed.). **Research papers in economic education**. New York: Joint Council on Economic Education, 1972. p. 142-157.
- GIOLITTO, P. **Histoire de l'enseignement primaire au XIXe siècle**. I. L'organisation pédagogique. Paris: Fernand Nathan, 1993.

KENSKI, V. M. Novas tecnologias. O redimensionamento do espaço e do tempo e os impactos no trabalho docente. **Revista Brasileira de Educação**: Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação, São Paulo, n. 8, p. 58-71, jan./abr. 1998.

LEONARDO, F. M. de. **Conexões com a Matemática**: 2. ed. São Paulo: Moderna, 2013. V. 2.

LINDENAU, J. D.-R.; GUIMARÃES, L. S. P. Calculando o tamanho de efeito no SPSS. **Revista HCPA**, Porto Alegre, v. 32, n. 3, p. 363-381, 2012.

MAZUR, E. **Peer instruction**: a revolução da aprendizagem ativa. Porto Alegre: Penso, 2015.

MEDAWAR, P. B. Indução e intuição no pensamento científico. **Ciências e cultura**: Revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, São Paulo, v. 26, n. 12, p. 1105-1113, 1974.

MERSETH, K. A escola que funciona. Entrevista concedida a Mônica Weinberg. **Veja**, São Paulo, edição 2469, ano 49, n. 11, p. 11-15, 16 mar. 2016.

MESSICK, S. Validade. In: LINN, R. L. (ed.). **Educational Measurement**. 3. ed. Nova Iorque: Macmillan, 1988. p. 13-104.

MORAN, J. M.; MASETTO, M.; BEHRENS, M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 7. ed. Campinas: Papirus, 2013.

MOTTA-ROTH, D.; HENDGES, G. R. **Produção Textual na Universidade**. São Paulo: Parábola Editorial, 2010.

MOURA, B. L. de. **Aplicação do Peer Instruction no ensino de matemática para alunos de quinto ano do ensino fundamental**. 2017. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2017.

PAULA, M. R. de; SOARES, G. A. A utilização de algumas ferramentas das metodologias ativas de aprendizagem para as aulas de cálculo diferencial. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., Minicurso Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades, 2016, São Paulo. **Anais eletrônicos** [...] São Paulo: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2016. Disponível em: http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/8266_3921_ID.pdf. Acesso em: 11 maio 2018.

PEREZ, F. G.; CASTILLO, D. P. **La mediación pedagógica**. Buenos Aires: Ciccus, 1999.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PHILIBERT, C.; WIEL, G. **Faire de la classe un lieu de vie**. Socialisation – Apprentissage – Accompagnement. Lyon: Chronique Sociale, 1997.

PLICKERS. Disponível em: <https://www.plickers.com/library>. Acesso em: 20 maio 2018.

SABBAG, P. Y. **Resiliência**: Competência para enfrentar situações extraordinárias na sua vida profissional. São Paulo: Elsevier, 2012.

SÃO PAULO, Governo do Estado. **Caderno do Professor**: Matemática. São Paulo: Secretaria da Educação, 2014-2017. (2a série Ensino Médio).

SEVERINO, A. J. **Filosofia da Educação**. São Paulo: Cortez, 1993.

ZAMBON, L. B.; TERRAZZAN, E. A. Analogias produzidas por alunos do ensino médio em alas de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 1-9, jan./mar. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n1/v35n1a21.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2018.

APÊNDICE A – Modelo sugerido ao aluno para registro de suas atividades e autoavaliação

<i>Peer Instruction</i> & Sala de Aula Invertida	DIÁRIO DO ALUNO
Videoaula:	Título da videoaula:
Síntese do(s) ponto(s) principal(is) do vídeo ou lições do livro didático: (Faça anotações e procure resumir os pontos principais do vídeo assistido ou das lições lidas em casa. Isso ajudará você a aprender melhor e fixar os conceitos).	
Exercícios praticados em sala de aula durante a <i>Peer Instruction</i>: (Registre o enunciado dos exercícios e sua solução, para estudos posteriores).	
Autoavaliação: (Ao término de cada ciclo, entre a Sala de Aula Invertida e a <i>Peer Instruction</i> , faça uma autoavaliação respondendo as questões abaixo, e colocando na questão número 5 a nota que você lhe atribuirá. Isso ajudará você a se preparar para as próximas seções).	
<ol style="list-style-type: none"> 1) Oportunidade(s) de melhoria(s) identificada(s) no estudo individual: 2) Oportunidade(s) de melhoria(s) na interação com o colega: 3) Conteúdos que precisarei estudar/reforçar: 4) Qual(is) dúvida(s) devo “tirar” com o professor? 5) Minha nota pela participação (individual e em grupo), dedicação e aprendizado neste conteúdo desta videoaula é: _____. 	

APÊNDICE B – Questionário aplicado antes da aplicação dos métodos

(Frente)

Peer Instruction & Sala de Aula Invertida	CONHECENDO O ALUNO
--	---------------------------

1. Sobre o seu ambiente de estudo:

1.1 Hoje você tem um ambiente para estudar?

() sim () não

1.2 Caso tenha um ambiente para estudo, pode descrevê-lo?

2. Você costuma estudar matemática?

() sim () não

Quanto tempo você dedica e/ou poderia dedicar ao estudo da matemática diariamente durante este ano? _____ .

3. De quais recursos tecnológicos você dispõe: (pode marcar mais de uma opção)

☐ internet – wi-fi ou via rádio ☐ internet 3G ☐ nenhum tipo de conexão com a internet ☐ computador ☐ celular (smartphone)	☐ e-mail : _____ ☐ dvd/blu-ray
--	---

Questionário aplicado antes da aplicação dos métodos
(Verso)

<i>Peer Instruction & Sala de Aula Invertida</i>	CONHECENDO O ALUNO
--	---------------------------

4. Quanto ao seu conhecimento de matemática, você se considera:
- () excelente () bom () regular () quer melhorar muito
() não tem interesse nenhum

5. Na sua opinião, como deveriam ser as aulas de matemática?

6. Alguém na sua casa lhe ajuda com as dúvidas em matemática? Quem?

Obrigado por suas respostas.

Guaratinguetá, ____ de _____ de 20__.

Prof. Hélio Freire
Matemática

APÊNDICE C – Formulário para orientação inicial aos alunos

Métodos combinados: <i>Peer Instruction</i> e Sala de Aula Invertida			
<ul style="list-style-type: none"> • Compromissos necessários: • Assistir as videoaulas em casa antes da aula em sala de aula, pois, quando não assistem as videoaulas, é como se o aluno tivesse faltado as aulas; • Após assistir, fazer anotações, resumos e até mesmo realizar alguns exercícios pertinentes as videoaulas; • Postar no canal do <i>youtube</i> do professor, no endereço: https://www.youtube.com/channel/UCXur7T8Lb_nZehc3NYejTrg, o seu entendimento quanto à videoaula assistida, dúvidas ou algo que acrescente ao conteúdo (valerá pontos na média); • Em sala de aula, juntamente com o grupo definido pelo professor, realizar as questões propostas para aprendizagem durante as seções da Sala de Aula Invertida, conforme cronograma abaixo; • Durante as seções da <i>Peer Instruction</i>, buscar realizar as questões individualmente, aguardar a tabulação das respostas pelo professor; em seguida, argumentar com o grupo sobre sua resposta, postar a nova resposta após discussão com o grupo e acompanhar a explicação do professor; finalizando, dar sequência nesta rotina para a próxima questão. 			
Prof. Hélio Freire			
Nº Videoaula	Data limite da postagem (precisa ser antes das 13h do dia abaixo relacionado)	Sessão de Sala de Aula Invertida	Sessão de <i>Peer Instruction</i>
Vd10	02/05/2018	02/05/2018	03/05/2018
Vd11	04/05/2018	04/05/2018	10/05/2018
Vd12	09/05/2018	09/05/2018	
Vd13	14/06/2018	14/06/2018	21/06/2018
Vd14	20/06/2018	16/05/2018	
Vd19	20/06/2018	06/06/2018	

APÊNDICE D – Controle de postagem nas videoaulas

Formulário para registro postagens nas videoaulas e média das mesmas

[illegible]

APÊNDICE E – Planilha de análise da turma de 2017 (pré e pós-teste)

TURMA 2017 - SALA DE APLICAÇÃO					
Pré teste			Pós teste		
MD (INDIVIDUAL)	DESVIO MÉDIO	Quadrado dos desvios	MD (INDIVIDUAL)	DESVIO MÉDIO	Quadrado dos desvios
2,00	-3,10	9,61	5,00	-2,00	4,00
7,00	1,90	3,61	8,00	1,00	1,00
7,00	1,90	3,61	9,00	2,00	4,00
1,00	-4,10	16,81	4,00	-3,00	9,00
4,00	-1,10	1,21	6,00	-1,00	1,00
8,00	2,90	8,41	8,00	1,00	1,00
2,00	-3,10	9,61	6,00	-1,00	1,00
4,00	-1,10	1,21	8,00	1,00	1,00
8,00	2,90	8,41	8,00	1,00	1,00
8,00	2,90	8,41	8,00	1,00	1,00
5,10	0,00	70,90	7,00	0,00	24,00
Variância		7,090	Variância		2,400
Amostra		10	Amostra		10
			G - Numerador		1,90
			G - denominador		3,00
			G - cálculo final		0,633333333
Desvio padrão (Pré teste)		2,662705391	Desvio padrão (Pós teste)		1,549193338
% redução da heterogenidade		41,82%			

**APÊNDICE F – Planilha de análise da turma de aplicação de 2018
– pré-teste (1º bimestre) e pós-teste (2º bimestre)**

TURMA 2018 - SALA DE APLICAÇÃO					
Primeiro bimestre			Segundo bimestre		
MD (INDIVIDUAL)	DESVIO MÉDIO	Quadrado dos desvios	MD (INDIVIDUAL)	DESVIO MÉDIO	Quadrado dos desvios
2,00	-1,03	1,06	4,50	0,34	0,12
2,50	-0,53	0,28	3,75	-0,41	0,17
5,25	2,22	4,93	3,75	-0,41	0,17
0,55	-2,48	6,15	3,75	-0,41	0,17
1,25	-1,78	3,17	6,50	2,34	5,47
3,35	0,32	0,10	3,25	-0,91	0,83
2,25	-0,78	0,61	4,75	0,59	0,35
2,75	-0,28	0,08	6,75	2,59	6,70
0,25	-2,78	7,73	4,00	-0,16	0,03
3,25	0,22	0,05	3,00	-1,16	1,35
4,25	1,22	1,49	5,00	0,84	0,70
7,25	4,22	17,81	8,00	3,84	14,74
2,25	-0,78	0,61	3,75	-0,41	0,17
0,05	-2,98	8,88	2,25	-1,91	3,65
0,50	-2,53	6,40	1,25	-2,91	8,47
3,25	0,22	0,05	5,00	0,84	0,70
1,25	-1,78	3,17	1,00	-3,16	9,99
7,50	4,47	19,98	7,50	3,34	11,15
6,35	3,32	11,02	4,00	-0,16	0,03
4,75	1,72	2,96	4,00	-0,16	0,03
4,25	1,22	1,49	4,25	0,09	0,01
2,60	-0,43	0,19	4,00	-0,16	0,03
4,50	1,47	2,16	4,00	-0,16	0,03
1,50	-1,53	2,34	2,25	-1,91	3,65
5,35	2,32	5,38	2,25	-1,91	3,65
2,10	-0,93	0,87	3,75	-0,41	0,17
2,25	-0,78	0,61	6,50	2,34	5,47
1,50	-1,53	2,34	3,75	-0,41	0,17
3,03	0,00	111,89	4,16	0,00	78,15
Variância		3,996	Variância		2,791
Amostra		28	Amostra		28
			G - Numerador		1,13
			G - denominador		5,84
			G - cálculo final		0,193577982
Desvio padrão		1,99903277	Desvio padrão		1,670669089
% redução na heterogenidade		16,43%			

**APÊNDICE G – Planilha de análise da turma de comparação de 2018
– pré-teste (1º bimestre) e pós-teste (2º bimestre)**

TURMA 2018 - SALA DE COMPARAÇÃO					
Primeiro bimestre			Segundo bimestre		
MD (INDIVIDUAL)	DESvio MÉDIO	Quadrado dos desvios	MD (INDIVIDUAL)	DESvio MÉDIO	Quadrado dos desvios
0,00	-3,48	12,13	4,00	0,70	0,50
0,00	-3,48	12,13	2,25	-1,05	1,09
4,50	1,02	1,03	4,50	1,20	1,45
2,38	-1,11	1,23	3,50	0,20	0,04
5,75	2,27	5,14	5,00	1,70	2,91
6,25	2,77	7,66	5,25	1,95	3,82
6,13	2,64	6,98	0,75	-2,55	6,48
3,75	0,27	0,07	1,75	-1,55	2,39
2,88	-0,61	0,37	2,25	-1,05	1,09
6,00	2,52	6,34	2,75	-0,55	0,30
5,50	2,02	4,07	4,75	1,45	2,12
0,00	-3,48	12,13	0,00	-3,30	10,86
3,75	0,27	0,07	2,50	-0,80	0,63
0,25	-3,23	10,45	1,00	-2,30	5,27
2,50	-0,98	0,97	3,50	0,20	0,04
0,00	-3,48	12,13	2,00	-1,30	1,68
0,00	-3,48	12,13	2,25	-1,05	1,09
0,00	-3,48	12,13	0,50	-2,80	7,81
4,50	1,02	1,03	3,00	-0,30	0,09
5,00	1,52	2,30	6,25	2,95	8,73
8,50	5,02	25,17	7,00	3,70	13,72
9,00	5,52	30,44	7,75	4,45	19,84
3,48	0,00	176,10	3,30	0,00	91,95
Variância		8,005	Variância		4,180
Amostra		22	Amostra		22
			G - Numerador		-0,19
			G - denominador		6,70
			G - cálculo final		-0,02797
Desvio padrão		2,829254503	Desvio padrão		2,044444
% redução na heterogenidade		27,74%			

APÊNDICE H – Planilha resumo geral de análise das três turmas do projeto

Comparação da turma de 2018 (experimental) com a turma de 2018 (comparação)				
Grupo experimental - 2° B - 2018 sala aplicação			Grupo controle - 2° C - 2018 sala comparação	
x1 - medidas grupo experimental	4,16		x2 - medidas grupo experimental	3,3
n1 - tamanho da amostra	28		n2 - tamanho da amostra	22
s1 ² - variância	2,791		s2 ² - variância	4,18
d numerador		0,86	G - Numerador 0,86	
d denominador - A		3,398688	G - denominador 5,84	
d denominador raiz de A		1,843553	G - cálculo final 0,147260274	
d - cálculo final		0,466491		
Desvio padrão		18%		
Comparação da turma de 2017 (experimental) com a turma de 2018 (comparação)				
Grupo experimental - 2° B - 2017 sala aplicação			Grupo controle - 2° C - 2018 sala comparação	
x1 - medidas grupo experimental	7		x2 - medidas grupo experimental	3,3
n1 - tamanho da amostra	10		n2 - tamanho da amostra	22
s1 ²	2,4		s1 ²	4,18
d numerador		3,70	G - Numerador 3,70	
d denominador - A		3,646	G - denominador 3,00	
d denominador raiz de A		1,90945	G - cálculo final 1,233333333	
d - cálculo final		1,937731		
Desvio padrão		24%		