

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

EVERTON DONIZETTI KIELT

UTILIZAÇÃO INTEGRADA DO *JUST-IN-TIME TEACHING* E *PEER INSTRUCTION* COMO FERRAMENTAS DE ENSINO DE MECÂNICA NO ENSINO MÉDIO MEDIADAS POR *APP*

DISSERTAÇÃO

PONTA GROSSA

2017

EVERTON DONIZETTI KIELT

UTILIZAÇÃO INTEGRADA DO *JUST-IN-TIME TEACHING* E *PEER INSTRUCTION* COMO FERRAMENTAS DE ENSINO DE MECÂNICA NO ENSINO MÉDIO MEDIADAS POR *APP*

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia do Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus - Ponta Grossa – PR. Área de concentração: Ciência, Tecnologia e Ensino.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sani de Carvalho Rutz da Silva.

Co-orientador: Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin.

PONTA GROSSA

2017

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105, USA.



Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa
n.09/17

K47 Kielt, Everton Donizetti

Utilização integrada do Just-in-time Teaching e Peer Instruction como ferramentas de ensino de mecânica no ensino médio mediadas por APP. / Everton Donizetti Kielt. -- 2017.

111 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Sani de Carvalho Rutz da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

1. Física (Ensino médio). 2. Cinemática. 3. Aplicativos móveis. I. Silva, Sani de Carvalho Rutz da. II. Miquelin, Awdry Feisser. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Título.

CDD 507



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº 117/2017

UTILIZAÇÃO INTEGRADA DO JUST-IN-TIME TEACHING E PEER INSTRUCTION COMO FERRAMENTAS DE ENSINO DE MECÂNICA NO ENSINO MÉDIO MEDIADAS POR APP

por

Everton Donizetti Kiehl

Esta dissertação foi apresentada às **10 horas** do dia **16 de fevereiro de 2017** como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, com área de concentração em Ciência, Tecnologia e Ensino, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Cleci Werner da Rosa (UPF)

Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco
(UTFPR)

Prof^a. Dr^a. Sani de Carvalho Rutz da Silva
(UTFPR) - *Orientadora*

Prof^a. Dr^a. Eloiza Aparecida Silva Avila de Matos
(UTFPR)
Coordenadora do PPGCT-Mestrado

A Folha de Aprovação assinada encontra-se no departamento de registros acadêmicos da UTFPR – Campus Ponta Grossa

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, prof.^a Dr^a Sani de Carvalho Rutz da Silva, pela oportunidade de ingresso no Mestrado e por toda a sua dedicação nas orientações.

Ao co-orientador, prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin pelas orientações e sugestões de projetos.

Aos professores membros da banca Dr^a Cleci Werner da Rosa e Dr. Antonio Carlos de Francisco, que fizeram parte da qualificação e da defesa da dissertação, pela dedicação e sugestões que enriqueceram o trabalho.

À Secretaria de Estado da Educação e à Universidade Federal da Fronteira Sul pelo apoio.

À minha família, Eduarda e Vanessa, que sentiram a ausência nos momentos em que me dedicava integralmente a este trabalho e nos longos deslocamentos para participar das aulas.

Aos colegas do PPGECT pelos excelentes debates nas aulas e aos professores pela maestria em saber como mediá-los.

Ao CEEBJA Laranjeiras do Sul, à Direção, servidores e alunos, e em especial à professora Daniele Guerra da Silva que gentilmente cederam uma turma e apoiaram a pesquisa.

RESUMO

KIELT, Everton Donizetti. **Utilização integrada do *Just-In-Time Teaching* e *Peer Instruction* como ferramentas de Ensino de Mecânica no Ensino Médio mediadas por app.** 2017. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

Este trabalho partiu do anseio em potencializar o Ensino de Física para estudantes trabalhadores de Ensino Médio noturno em uma escola do Município de Laranjeiras do Sul - Paraná. Observou-se que os estudantes apresentavam dificuldades de aprendizagem em vários tópicos da Física sendo que algumas delas persistiam durante as aulas. Não obstante, percebeu-se que a desmotivação para aprender também tem forte influência no desempenho estudantil, acentuando a evasão e a repetência escolar. Visando contribuir para a alteração desta situação, utilizaram-se as estratégias de ensino *Peer Instruction* (Mazur, 1997) e *Just-in-Time Teaching* (Novak *et al.*, 1999) nas atividades escolares, buscando melhorar o ensino e a aprendizagem de Física. Durante as aulas de Física desenvolvidas nesta pesquisa, foi utilizado um aplicativo para *smartphones* como banco de questões de Física e como instrumento para envio da resposta durante a resolução de problemas em sala. Esta pesquisa objetivou identificar as potencialidades de um processo de Ensino com o *Just-in-Time-Teaching* e *Peer Instruction*, mediados pela interação estudante-App-professor, no ensino de Cinemática. A opção metodológica foi pela pesquisa qualitativa, já que almejávamos melhorias no ensino e na aprendizagem. Utilizou-se a Pesquisa-Ação e a *Tabla de Invención* como instrumentos para coleta e de análise dos dados. Durante o desenvolvimento foram lecionadas 12 aulas de Física no ensino médio, com 22 estudantes em uma turma de Física, em escola de EJA no município de Laranjeiras do Sul-PR. Como produto, foi desenvolvido um aplicativo para *smartphone* (App), que opera no sistema operacional *Android*, para ser utilizado nas votações das respostas dos Testes Conceituais durante as aulas. Um notebook e um roteador foram utilizados para estabelecer a rede wireless e a base de dados para o funcionamento do App. Os resultados mostraram que o aplicativo foi bem aceito pelos estudantes, tem potencial para melhorar a concentração nas atividades de resolução de problemas e para realizar o envio das respostas ao professor. O professor pode salvar as respostas dos estudantes no notebook e fazer uma verificação do aproveitamento de cada estudante. As estratégias de ensino *Just-in-Time-Teaching* e *Peer Instruction* mostraram-se como potentes ferramentas para estimular os estudantes a buscar conhecimento de forma autônoma, a reduzir receio que tinham das aulas de Física, a estimular a concentração na resolução individual de problemas e promover discussões em grupos na resolução coletiva. Este trabalho é acompanhado de um produto educacional, em um volume anexo.

Palavras-chave: Ensino de Física. *Peer Instruction*. *Just-in-Time Teaching*. App. Cinemática.

ABSTRACT

KIELT, Everton Donizetti. **Integrated use of Just-In-Time Teaching and Peer Instruction as app-mediated tools for the Teaching of Mechanics in High School**. 2017. 110 f. Dissertation (Master's Degree in Science and Technology Teaching) - Federal University of Technology – Paraná. Ponta Grossa, 2017.

This work was based on the yearning to enhance the teaching of Physics for night high school working students at a school in the municipality of Laranjeiras do Sul - Paraná. It was observed that the students presented learning difficulties in several topics of Physics and some of them persisted during the classes. Nevertheless, it was perceived that the demotivation to learn also has a strong influence over the student's performance, accentuating evasion and grade retention. Seeking to contribute to the alteration of this situation, the teaching strategies Peer Instruction (Mazur, 1997) and Just-in-Time Teaching (Novak et al., 1999) were used in school activities, aiming to improve the teaching and learning of Physics. During the Physics classes developed in this research, a smartphone app was used as a bank of Physics questions and as an instrument to send the answers during the resolution of problems inside the class. This research aimed to identify the potentialities of a Teaching process with Just-in-Time-Teaching and Peer Instruction, mediated by the student-App-teacher interaction, in the Kinematics teaching. The methodological option was of a qualitative research, since we wanted improvements in both teaching and learning. The Research-Action and the *Tabla de Invención* were used as instruments for data collection and analysis. Through the development, 12 physics classes were taught in high school, with 22 students in a Physics class at an YAE school in the municipality of Laranjeiras do Sul. As a product, a smartphone application (App), which operates on the Android operating system, was developed to be used in the voting of Conceptual Testing responses during classes. A laptop and a router were used to establish the wireless network and database for the operation of the App. The results showed that the application was well accepted by students, have the potential to improve concentration in problem-solving activities and to perform sending of answers to the teacher. The teacher can save the students' answers in the laptop and verify each student's performance. Just-in-Time-Teaching and Peer Instruction teaching strategies proved to be powerful tools to stimulate students to seek autonomous knowledge, reduce fear of physics classes, stimulate concentration in individual problem solving and to promote group discussions in group problem solving. This work is accompanied by an educational product, that follows attached.

Keywords: Physics Teaching. Peer Instruction. Just-in-Time Teaching. App. Kinematics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama do processo de implementação do PI nas aulas.....	23
Figura 2 - Sequência proposta para o uso integrado do JiTT e PI	31
Figura 3 - A espiral de ciclos lewiniana.....	45
Figura 4 - Um esquema das fases da Pesquisa Ação.....	47
Figura 5 - A tela de acesso ao painel administrativo do PInApp.....	53
Figura 6 - A tela inicial do PInApp: o painel administrativo.....	54
Figura 7 - A tela para o cadastro dos testes conceituais no PInApp.....	55
Figura 8 - Adicionando perguntas cadastradas à lista.....	56
Figura 9 – Os menus: lista de perguntas e gerenciamento do <i>quiz</i>	57
Figura 10 - Fotografia da montagem de roteador e <i>notebook</i> durante as aulas.....	57
Figura 11 - Fotografia da disposição dos equipamentos na sala de aula.....	58
Figura 12 – Acessando o PInApp.....	58
Figura 13 - Votação no TC nº9.....	65
Figura 14 - Votação no TC nº16.....	67
Figura 15 - Votação no TC nº17.....	67
Figura 16 - Votação no TC nº 21 antes da discussão	70
Figura 17 - Votação no TC nº 21 após a discussão em grupos	71
Figura 18 - Votação no TC nº 24 antes da discussão	73
Figura 19 - Votação no TC nº 24 após a discussão em grupos	74
Figura 20 - Votação no TC nº 27 antes da discussão	78
Figura 21 - Votação no TC nº 27 após a discussão em grupos.....	79
Figura 22 - Votação no TC nº 29.....	80
Figura 23 - Votação no TC nº 19	82
Figura 24 - Votação no TC nº 26.....	83
Figura 25 - Votação no TC nº 30.....	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Planejamento da primeira aula.....	60
Quadro 2 – Planejamento da segunda aula.....	63
Quadro 3 – Planejamento da terceira aula.....	65
Quadro 4 – Planejamento da quarta aula.....	68
Quadro 5 – Planejamento da quinta aula.....	75
Quadro 6 – Planejamento da sexta aula.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Adaptação da <i>Tabla de invención</i>	48
Tabela 2- Conhecimentos de Física estudados nas aulas	50
Tabela 3 - Faixas etárias dos estudantes.....	51

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

AC	Aplicação do Conhecimento
APED	Ação Pedagógica Descentralizada
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
EJA	Educação de Jovens e Adultos
EM	Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
PAE	Pesquisa-Ação Educacional
JiTT	<i>Just-in-Time Teaching</i>
NRE	Núcleo Regional de Educação
OC	Organização do Conhecimento
OCNEM	Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PI	<i>Peer Instruction</i>
PrI	Problematização Inicial
SEED-PR	Secretaria de Estado da Educação do Paraná
TC	Testes Conceituais
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TL	Tarefas de Leitura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 PROBLEMÁTICA	13
1.2 PROBLEMA	16
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Objetivo Geral	16
1.3.2 Objetivos Específicos:	16
1.4 JUSTIFICATIVAS	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 <i>PEER INSTRUCTION</i>	21
2.2 <i>JUST-IN-TIME-TEACHING</i>	28
2.3 COMBINAÇÃO DOS MÉTODOS PI E JITT	30
2.4 O ENSINO DE FÍSICA E AS TIC	35
2.4.1 Celulares: a Tensão Necessária no Ensino de Física	38
2.4.2 Mediação de App	41
3 METODOLOGIA	44
3.1 PESQUISA AÇÃO	44
3.1.1 As Fases da Pesquisa Ação	46
3.1.2 A <i>Tabla de Invención</i>	47
3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	49
3.3 DELINEAMENTO	49
3.4 PRODUTO	52
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1 O CONTEXTO DAS AULAS	60
4.1.1 Primeira Aula: Recepção e Apresentação	60
4.1.2 Segunda Aula: Introdução ao Estudo da Cinemática	63
4.1.3 Terceira Aula: Velocidade e Movimento Uniforme	65
4.1.4 Quarta Aula: Aceleração e Movimento Variado	68
4.1.5 Quinta Aula: Queda Livre	75
4.1.6 Sexta Aula: Avaliação	81
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS	91
APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	97
APÊNDICE B - Tutorial para Instalação do PInApp	100
APÊNDICE C – Tarefas de Leitura (TL)	102
APÊNDICE D - Testes Conceituais	107

ANEXO A - Sequência Proposta Para o Uso Integrado do JiTT e PI	110
---	------------

1 INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMÁTICA

Desde quando ingressei na carreira docente na Educação Básica no Ensino Médio, há quase uma década, percebo que fatores como a desmotivação para aprender estão muito presentes no cotidiano escolar. No decorrer de cada ano letivo, é notável que sempre há alguma fração dos estudantes desmotivados para aprender e suscetíveis a sucumbirem na reprovação ou na evasão escolar.

Um das causas principais do insucesso escolar que observamos em nossas aulas são as dificuldades de aprendizagem que desmotivam nossos estudantes. A maioria daqueles com os quais convivemos aponta que as disciplinas das Ciências Exatas são aquelas em que eles têm as maiores dificuldades. Percebemos que muitos dos nossos estudantes possuem dificuldades de aprendizagem generalizadas, com ênfase em Física, Matemática e Química, tendo as mais diversas causas. As principais são: dificuldades conceituais crônicas, pouca concentração e motivação, falta de infraestrutura adequada nos estabelecimentos e ausência de hábitos de estudos. São muitas as causas e as consequências desse conjunto como os baixos índices de aproveitamento escolar, desmotivação para aprender, evasão e repetência, enfatizando a baixa qualidade na educação básica.

Neste cenário, também verificamos que a cultura local não valoriza os conhecimentos escolares e em muitos casos, os estudantes optam por outras situações que, por ora, eles valorizam mais do que continuar os estudos. Contudo, há uma minoria de estudantes esforçados que têm pretensões de adquirir conhecimentos e ingressar no Ensino Superior. Não podemos, porém, perder a oportunidade de continuar estimulando os esforçados e motivando os de menor rendimento.

Pode-se associar as dificuldades conceituais dos estudantes também às variantes sociais, econômicas e familiares que eles trazem para a escola (PACHECO, 2005; DORIGON; OLIVEIRA, 2016), os quais contribuem com o seu baixo desempenho na aprendizagem. Sabemos que são vários os fatores, entretanto estes parecem ser os mais fortes. Além dos problemas de cunho social, econômico e pessoais envolvidos, é importante verificar como ocorre a transição do Ensino Fundamental para o Ensino Médio. Nesta passagem de nível de ensino podem ser observadas mudanças com as quais os estudantes têm de se adaptar, como o aumento na quantidade de disciplinas escolares, a cobrança pela aprendizagem e, no caso da nossa pesquisa, a alteração do período de estudos do diurno para o noturno.

Observamos que, além disso, existe na Física a questão do uso da Matemática no

Ensino Médio, que é maior que no Ensino Fundamental e a situação de desencontro entre o currículo de Matemática do 1º ano, com a necessidade de ferramental matemático da Mecânica (Cinemática). Esta diacronia das disciplinas curriculares contribui para um ensino fragmentado, dificulta as possibilidades de atividades interdisciplinares e favorece aos estudantes desenvolverem uma visão de ensino difícil de ser aprendido.

Ao lecionar Física, temos a preocupação de ensinar estratégias e habilidades que sirvam para que os estudantes possam resolver problemas. Tenta-se uma aprendizagem duradoura, para a vida, que também inclui a resolução de problemas relacionados ao seu cotidiano. Ensiná-los a estudar parece ser uma atividade que pode melhorar a motivação e orientação para atingirem melhores resultados.

Conseguir aprender Física exige esforços e dedicação dos estudantes, como a percepção, abstração e a compreensão de fenômenos, princípios e leis da Natureza. Às vezes nós professores corremos o risco de negligenciar as dificuldades, pois já estamos acostumados com o conhecimento científico. Esquecemos que para os estudantes esses conhecimentos são novos, desconhecidos e que vários conceitos de Física vão de encontro com os conhecimentos de senso comum já presentes na estrutura cognitiva dos estudantes, tornando o processo ainda mais trabalhoso.

Além disso, a opção que esses estudantes fazem para se tornarem sujeitos trabalhadores reduz a disponibilidade de tempo para estudar. São jovens com empregos –ou subempregos, alguns com remuneração abaixo de um salário mínimo- fixos ou temporários, que não raramente demonstram o cansaço das atividades do trabalho durante as aulas. E esta é mais uma variante que o sistema educacional deve levar em consideração, muitas vezes negligenciada, em que as atividades didáticas ofertadas para estes estudantes são as mesmas daquelas propostas para os estudantes dos períodos diurnos. Não pode ser admissível um ensino que se apresente da mesma forma a todos os estudantes e não considere as especificidades dos estudantes, das turmas, das escolas entre outros fatores.

Há que considerar, entretanto, que nem todos os estudantes que estão em nossas turmas se apresentam predispostos a aprender. A desmotivação para aprender é algo que assistimos com frequência. Somam-se ainda as dificuldades conceituais, os problemas pessoais e emocionais dos adolescentes e as questões sociais. Esse conjunto de fatores contribui fortemente para aumentar o quadro de repetência e evasão que temos.

Em nossas conversas informais com os estudantes, a maioria deles afirma não ter preocupações com o aproveitamento escolar, que o importante é concluir o ano letivo, relevando a qualidade do processo educativo. Em turmas de 3º ano do EM, a maioria deles não está

interessada em ingressar no ensino superior. Com esse diagnóstico escolhemos elaborar estratégias didático-pedagógicas que encaminhem para uma aprendizagem significativa da Física, buscando melhorias para o ensino dos nossos estudantes. A impressão que temos é que as práticas de ensino, predominantemente centradas na transmissão de conhecimentos prontos e acabados e no papel, as quais preconizam que o professor é o único responsável pelo sucesso escolar, contribuíram para uma acomodação dos estudantes, os quais se tornaram expectadores do processo.

A estes estudantes, que atribuem unicamente à escola e aos professores a responsabilidade pelo sucesso escolar, é importante que se coloquem como responsáveis ou protagonistas do próprio desempenho. Esta situação pode ser estabelecida já no início do Ensino Médio, quando se exige uma mudança de postura, na qual o estudante se sinta sujeito do processo e corresponsável pelo seu desempenho. E umas das opções é a inserção de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) nas atividades escolares (MIQUELIN, 2009; RIBAS 2012).

Nas escolas que frequentamos, incluindo-se aquela em que desenvolvemos esta pesquisa, as TIC são compostas de projetores multimídias, TV *pendrive*, TV e DVD *player* e laboratório de informática com acesso à internet. Neste último, raramente é possível colocar uma turma inteira para realizar uma atividade que requeira acesso à internet, por não dispor de conexão de dados suficiente para vários computadores com acesso simultâneo. Também há dificuldades dos estudantes, por despreparo, em trabalhar com sistema operacional e softwares livres.

A relação de tecnologias, aparelhos celulares e smartphones, como ferramenta para mediar práticas pedagógicas reforçando o interesse e chamando a atenção dos estudantes (GONZALEZ *et al.*, 2015; MIQUELIN, 2009; RIBAS 2012) pode ser um caminho promissor. Percebendo que os estudantes utilizam o celular para várias atividades da sua vida, como comunicação, entretenimento, lazer, redes sociais, compras, vendas, etc., consideramos como um indicativo de que há uma forte relação de convivência ou dependência desta tecnologia. Isto também sugere que os estudantes já tenham adquirido certas habilidades no manuseio do equipamento, seus aplicativos e funções o que poderá tornar seu uso didático mais espontâneo.

Diversas estratégias de ensino-aprendizagem têm surgido nas últimas décadas, na tentativa de resolver problemas de sala de aula. Dentre estas, destacam-se o *Peer Instruction* (MAZUR, 1997) e *Just-in-Time Teaching* (NOVAK *et al.*, 1999) pela interatividade entre os participantes, bem como a exigência de os estudantes se tornarem corresponsáveis pelo sucesso da aprendizagem – a aprendizagem ativa. O primeiro foi desenvolvido no início dos anos de

1990 pelo professor Eric Mazur na Universidade de Harvard (EUA) e utilizado por anos seguidos a fim de promover uma aprendizagem ativa nos cursos de Física em nível universitário. O segundo foi proposto por Gregor Novak como uma estratégia de ensino aprendizagem que combina atividades de sala de aula com recursos da internet como pesquisas em *sites*, simulações, demonstrações, vídeos sobre os conceitos estudados, etc., promovendo uma compreensão crítica dos temas estudados.

1.2 PROBLEMA

Quais as potencialidades de um processo de Ensino com o *Just-in-Time-Teaching* e *Peer Instruction*, mediados pela interação estudante-App-professor, no ensino de Cinemática?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Identificar as potencialidades de um processo de Ensino com o *Just-in-Time-Teaching* e *Peer Instruction*, mediados pela interação estudante-App-professor, no ensino de Cinemática.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Desenvolver atividades de ensino de Cinemática com as estratégias de ensino *Peer Instruction* e *Just-in-Time Teaching*.
- Promover o ensino-aprendizagem em Cinemática por meio de atividades didático-pedagógicas desenvolvidas com mediação de um App.
- Disponibilizar um banco de materiais de ensino e questões de Cinemática nos *smartphones* para os estudantes estudarem além do horário escolar.
- Elaborar um aplicativo (*App*) a partir do qual os estudantes podem enviar as respostas dos testes conceituais ao professor diretamente de seus *smartphones*.

1.4 JUSTIFICATIVAS

Consideramos que problematizar a prática docente, amparadas por pesquisas acadêmicas em ensino e aprendizagem de Física, é importante para testar formas de resolver os problemas que emergem no cotidiano escolar. Nesse sentido, é fundamental que os professores problematizem suas práticas e suas dificuldades e busquem conhecimentos que possam auxiliar no encontro de soluções. Por isso estamos empreendendo esforços propondo alternativas para solucionar os problemas de dificuldades de aprendizagem em nossas turmas.

Algumas das problemáticas que visualizamos em nossa prática escolar e que carecem de atenção e solução são a desmotivação para aprender, a ausência de hábitos de estudos dos nossos estudantes e as dificuldades conceituais, que atuam como as principais causas do insucesso escolar. Esta constatação que mencionamos vem da observação de várias turmas de Ensino Médio, em diferentes escolas e por anos consecutivos, onde notamos que grande parte dos estudantes vai para a escola sem propósitos sólidos, desmotivados, sem preocupações com o aproveitamento escolar, satisfazendo-se com aulas expositivas, monológicas e avaliações que contêm apenas repetições dos conteúdos desenvolvidos nas aulas. Ademais, os alunos que estudam no período noturno e são trabalhadores têm outras opções de ocupação e, portanto, são os mais propensos a evadirem ou reprovarem. Por isso a necessidade urgente de melhorias no Ensino.

As condições estruturais não satisfatórias dos estabelecimentos de ensino ainda não permitem a instalação definitiva de um laboratório para o ensino de Ciências em uma sala exclusiva, com materiais adequados e em quantidades suficientes, nem de laboratorista para auxiliar na montagem das práticas. As atividades experimentais e teórico-experimentais ficam sob total responsabilidade do professor, incluindo a montagem dos equipamentos, o transporte para a sala de aula, limpeza, conservação, a devolução, etc., comprometendo o tempo disponível para a aula.

Todos estes itens contribuem de alguma forma para a desmotivação dos estudantes. Silva (2014, p.12) salienta que, em relação às causas do desinteresse dos estudantes “... há um consenso de que o ensino apenas teórico e livresco, presente em algumas escolas brasileiras, centrado na narrativa do professor e passividade do aluno, contribui diretamente para a manutenção de quadros de baixa qualidade.” Nesse sentido é que buscamos alternativas para superar este quadro.

Diversas pesquisas têm apontado para o sucesso na aprendizagem de Física com a utilização destas metodologias interativas de ensino, no entanto a maioria das aplicações do *Peer Instruction* divulgadas na literatura são relativas ao Ensino Superior (VIEIRA, 2014; CROUCH; MAZUR, 2001). Uma minoria está relacionada com sua utilização no Ensino Médio (MÜLLER, 2013; OLIVEIRA, 2012), o que torna nossa pesquisa mais relevante, no sentido de que propomos a aplicação de estratégias interativas de ensino, na tentativa de solucionar problemas que ainda não foram esclarecidos. Assim, com a proposição de atividades mais significativas esperamos aumentar a participação dos estudantes nas aulas e maior envolvimento com as atividades, buscando a aprendizagem de todos, uma vez que os de menor rendimento são os mais propensos a abandonarem os estudos.

Outra estratégia que poderá trazer bons resultados para a motivação para aprender é o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no ensino. Experimentar aulas com tecnologias poderá despertar a curiosidade dos estudantes, bem como favorecer novas formas de aprendizagem. Pesquisas recentes indicam que este é um caminho viável, algumas incluem o aparelho celular como possibilidade de novas práticas (RIBAS 2012; DUDA e SILVA, 2015a; 2015b).

O uso do celular como mediador de práticas poderá trazer novas possibilidades aos estudantes, como estudar em outros lugares fora do horário escolar. O celular é uma tecnologia com a qual os estudantes têm contato todo o tempo, portanto acreditamos que terão grande curiosidade para inseri-lo nas atividades educacionais.

Atividades de ensino de Física que envolvem o uso de *smartphone* como mediador de práticas ainda são tímidas, se pensadas as potencialidades de comunicação e animação dos aparelhos e dos aplicativos. Os *Apps* ainda têm seu uso pouco explorado nas atividades de ensino pela maioria dos professores com os quais convivemos. No entanto, para o ensino de Física há alguns disponíveis, sendo a maioria voltados para a execução de cálculos, soluções de equações matemáticas ou leituras de material instrucional e uma minoria que tem potencial para melhorar a dinâmica de ensino e promover o engajamento dos estudantes.

Acreditamos que a utilização de smartphones para as atividades domiciliares, como as tarefas de leitura e as possibilidades de busca autônoma de conhecimentos, pode aumentar a motivação dos estudantes, bem como permitir que cada um estude de acordo com as suas necessidades de tempo. Esta possibilidade de Ensino pode ser ampliada, se o professor fornecer materiais de estudos que possam ser acessados pelo aparelho. A busca de conhecimentos de forma autônoma, atitude que nossos estudantes ainda desconhecem, pode ser potencializada, assim como estudar em outros locais, respeitando o seu ritmo e o seu próprio desempenho, sem pressões externas de tempo e acertos. Com isso, podem-se trazer subsídios para enfrentar temas como o desinteresse, evasão e repetência, possibilitando novas formas de ensinar àqueles que estão com dificuldades de aprender com os métodos tradicionais.

Por fim, a importância de aprender os conhecimentos de Cinemática no Ensino Médio não pode ser relevada, embora seja considerado desnecessário conforme Menezes (1993), o qual atribui uma importância vital aos conceitos específicos de Dinâmica e Energia Mecânica na 1ª série do Ensino Médio. De acordo com nossa experiência docente, com o público que temos, o caminho mais produtivo tem sido o estudo da Cinemática com adequada ênfase no conceito de velocidade e aceleração, sem o uso excessivo de equações matemáticas – prática exageradamente reforçada pelos livros didáticos de Física. Uma robusta compreensão dos

conceitos de velocidade e aceleração tem se mostrado facilitadora da aprendizagem de conceitos subsequentes, como na Dinâmica, Energia mecânica, momentum, etc., (GUIDUGLI; GAUNA; BENEGAS, 2004) e de outras áreas da ciência (SOUZA; DONANGELO, 2012). Ou seja, a aprendizagem de Cinemática fornece uma base sólida para a compreensão de outros conceitos mais gerais e também mais complexos. Além disso, consideramos que: se a aprendizagem de Cinemática, que são os primeiros conceitos de Física com os quais os estudantes têm contato ao chegar ao ensino médio, ocorrer de forma divertida e interativa, poderá despertar nos estudantes a visão de que a Física é uma disciplina curricular interessante e que aprendê-la não é uma atividade cruciante.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a compreensão da temática pesquisada, há importantes temas que necessitam ser esclarecidos. São eles: o *Peer Instruction* (PI), o *Just-in-Time Teaching* (JiTT) e as Tecnologias da Comunicação e Informação (TIC) no Ensino, com ênfase no uso didático do telefone celular (*smartphone*) e os aplicativos (App). Estes temas são apresentados nessa ordem, no decorrer do referencial teórico. Ao mesmo tempo em que ampliamos nossa compreensão sobre o que já foi produzido, procuramos estratégias que indiquem caminhos para a solução do problema de pesquisa, investindo em metodologias interativas de ensino e aprendizagem.

A origem do PI remonta ao início da década de 1990, quando o professor Eric Mazur propôs significativas alterações na dinâmica em suas aulas, promovendo um ambiente de aprendizagem colaborativa, aumentando a interação dos estudantes entre si, e destes com o professor. Nestas aulas, o professor mescla pequenas exposições de conhecimentos com atividades de resolução de problemas – os testes conceituais (TC).

Segundo Vieira (2014, p.14), o PI foi desenvolvido

... para ser utilizado em disciplinas introdutórias de Física e, desde então, tem ganho um grande número de adeptos ao redor do mundo sendo aplicado em diversas disciplinas em várias áreas, como, por exemplo, Física (e.g. CROUCH e MAZUR, 2001), Geologia (e.g. MCCONNELL *et al.*, 2006) e Filosofia (BUTCHART, HANDFIELD e RESTALL, 2007).

De acordo com Mazur (1997), o professor fornece um TC e concede um tempo para os estudantes pensarem individualmente e, então, informarem a resposta escolhida através de algum sistema de votação (cartões de respostas, sistemas eletrônicos de votação ou até mesmo um levantar das mãos). Após as respostas, formam-se pequenos grupos nos quais os estudantes tentarão convencer seus colegas sobre a resposta correta. Neste momento de discussão é que ocorrem interações que potencializam a aprendizagem colaborativa. A tarefa de convencer o colega conduz os participantes a atingirem a resposta correta.

De acordo com Novak *et al.* (1999), o *Just-in-Time Teaching* é uma estratégia de ensino na qual o professor fornece o material da aula para os estudantes tomarem conhecimento antes das aulas. Os alunos leem o material e enviam um *feedback* da leitura e compreensão dos conceitos, antes de o professor planejar a aula em sala. O professor planeja a aula direcionando as explicações para os itens que os estudantes não compreenderam na leitura. Além desta, pode-se sugerir uma pesquisa na internet, em livros, ou outras fontes.

Nesta pesquisa, pretendemos utilizar variações do *Peer Instruction* (PI) e *Just-in-Time Teaching* (JiTT) de acordo com as demandas observadas na escola. Nossos estudantes

necessitam de motivação e encorajamento para perseverar. O JiTT terá função de incentivar o hábito de estudar em casa, de compreender autonomamente os conceitos e inferir julgamento nas questões. Esperamos que essa prática abra caminho para que os alunos o façam também nas outras disciplinas escolares. O PI terá a função de despertar discussões relevantes em sala, motivar a concentração dos alunos sobre os conceitos, conduzindo a compreensão destes. Durante as aulas utilizaremos os testes conceituais para fortalecer a aprendizagem, atribuindo algum crédito à dedicação e esforço por parte dos estudantes como forma de fortalecer as interações.

2.1 *PEER INSTRUCTION*

O *Peer Instruction* (PI) – às vezes traduzidos para o português como Instrução por Colegas (IpC) ou instrução pelos pares - é um método interativo de ensino desenvolvido por Eric Mazur, do Departamento de Física da Universidade de Harvard (EUA), no início dos anos 1990. Trata-se de uma metodologia que potencializa as inter-relações entre os alunos e dos alunos com professor, rompendo com as tradicionais aulas unicamente expositivas em que apenas o professor explica os conceitos.

O professor Mazur começou a lecionar Física para cursos universitários como Medicina e Engenharias na Universidade de Harvard em 1984, com entusiasmo e competência, tentando ensinar com eficiência a todos os estudantes. Dessa forma, acreditava que seus estudantes estavam aprendendo o suficiente já que tinham bom desempenho nos testes e avaliações (MAZUR, 1997).

Mazur (1997) conta que teve um abrir de olhos quando leu artigos sobre educação, os quais concluíam que os estudantes aprendem muito pouco daquilo que lhes é ensinado. Ficou curioso, além de cético, para saber se seus alunos estavam aprendendo adequadamente durante suas aulas. Em uma rápida pesquisa descobriu que não estavam aprendendo tudo o que ele ensinava, que as aulas expositivas e empolgantes não necessariamente estavam representando algum ganho conceitual para os estudantes. A partir daquele momento, passou a problematizar sua prática, buscando potencializar a aprendizagem dos alunos através de aumento nas inter-relações em sala de aula com atividades de aprendizagem ativa.

De acordo com Araújo e Mazur (2013), o PI “busca promover a aprendizagem com foco no questionamento para que os alunos passem mais tempo em classe pensando e discutindo ideias sobre o conteúdo, do que passivamente assistindo exposições orais por parte do professor” (p.364). Para Müller (2013, p.20), “o método [PI] tem por finalidade, além de

auxiliar os estudantes a assumir a responsabilidade por sua aprendizagem, investigar as dificuldades prévias dos alunos, por meio de atividades realizadas anteriormente ao episódio de ensino.” (p.20).

Nessas aulas, os estudantes discutem entre os pares (colegas) sobre a resposta correta dos testes conceituais, fornecidos pelo professor, logo após uma explicação conceitual. A intenção é promover um ambiente onde aqueles que chegaram à resposta correta argumentem e ajudem os que erraram, para convergirem à resposta correta.

Nesse método (PI), o professor realiza uma fala inicial dos conhecimentos centrais (estruturantes) da aula, não mais de 20 minutos, e lança um teste conceitual de múltipla escolha, que é uma questão ou problema relacionado aos conhecimentos estudados. Os alunos têm alguns minutos para pensar e indicar individualmente a resposta correta, através de algum sistema de votação ou de cartões de resposta (*flashcards*) ou meios eletrônicos (*clickers*). O professor verifica a distribuição das respostas e, de acordo com Araújo e Mazur (2013):

- se a frequência dos acertos for menor que 30%: deve-se revisar o conteúdo, começando-se novamente a sequência da aula. Pode haver problemas com a estrutura do TC, ou que não haja entendimento suficiente dos estudantes para a resolução. É aconselhável que o professor refaça a explicação conceitual, preferencialmente utilizando outra abordagem;
- se a frequência dos acertos estiver entre 30% e 70%: formam-se grupos de 2 a 5 estudantes para discussão do problema, preferencialmente que tenham escolhido respostas diferentes para o TC, na tentativa de produzir discussões e argumentações que os encaminhe à resposta correta. Neste momento, o ponto forte do PI, os argumentos daqueles que acertaram e a falta de sustentação do discurso daqueles que escolheram alguma resposta errada conduzem os estudantes para a resposta correta. “Cria-se com isso, entre os alunos, um ambiente de amplo debate e discussões a respeito dos conceitos físicos presentes na questão analisada, levando a uma melhor compreensão dos conceitos” (OLIVEIRA, VEIT e ARAÚJO, 2015, p.183).
- Se a frequência dos acertos for maior que 70%: o professor poderá informar a resposta correta, inclusive com uma breve explicação das demais alternativas (OLIVEIRA, VEIT e ARAÚJO, 2015). Pode-se lançar outro teste conceitual ou passar ao próximo conteúdo da aula.

De forma esquemática, o diagrama a seguir, na figura 1, ilustra a sequência das etapas citadas.

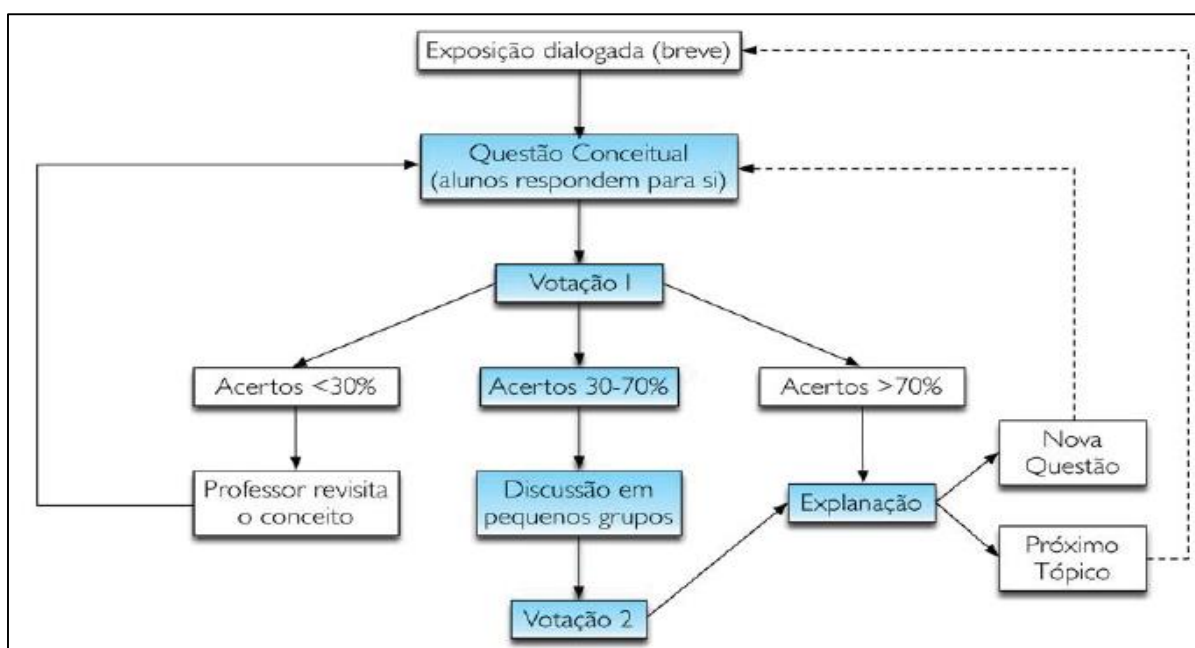


Figura 1 - Diagrama do processo de implementação do PI nas aulas
Fonte: Araújo e Mazur (2013, p.370).

Ademais, podem ser incluídas leituras domiciliares, as quais o professor Mazur chama de *pre-class reading* (leituras pré-classe, ou tarefas de leitura – TL), que são pequenos textos para serem lidos anteriormente às aulas, tendo uma duração inferior a 10 minutos. Nestas são colocados os pontos-chaves, ou seja, as informações fundamentais dos conhecimentos da aula para que o estudante já tenha uma noção prévia.

Aliadas às leituras pré-classe, são fornecidas pequenas questões conceituais para serem respondidas através das informações contidas na leitura. São os quizzes, que têm a função de serem respondidos através da compreensão da leitura, incentivando o aluno a ir além, a buscar mais informações. São questões conceituais, curtas e objetivas. Têm a função de estimular a atenção do estudante durante a leitura e reforçar a compreensão de alguns pontos-chaves. Mazur (1997) elaborou 152 *quizzes* para seus cursos de Física introdutória no ensino universitário. No entanto, para conteúdos de Física no ensino médio ainda não há *quizzes* suficientes, sendo preciso elaborá-los em quase todas as temáticas.

Durante a discussão em grupos, o professor circula pela sala tirando dúvidas e orientando a resolução dos problemas. Distancia-se da postura tradicional de apenas o professor lançar os conteúdos e orientá-los para a resposta correta nas questões. É o momento em que buscam de forma autônoma mais conhecimento para resolver os problemas e outras explicações para convencer os colegas onde há uma busca no significado dos conhecimentos.

Alguns estudos que encontramos, citados logo a seguir, revelam que as discussões e a

cooperação dos participantes potencializam a aprendizagem e o desenvolvimento dos alunos. O PI envolve os alunos durante as aulas através de atividades que requerem que estes construam argumentos e expliquem aos colegas que ainda não compreenderam o tema, assim envolvendo todos os estudantes da turma (CROUCH e MAZUR, 2001).

E para que ocorra a implementação do PI é necessário que se estabeleçam, de acordo com Mazur (1997), as seguintes condições:

- Tarefas de Leitura (TL): leituras de pequenos textos para serem lidos de 7 a 10 minutos, fornecidos pelo professor. São acompanhadas de *quizzes* (*reading quizzes*), que são pequenas questões conceituais, curtas e objetivas, com a função de estimular a atenção do estudante durante a leitura e reforçar a compreensão das ideias centrais. Podem ser respondidas através da compreensão da leitura, incentivando o aluno a ir além, a buscar mais informações (*idem*, tradução nossa). Pode-se atribuir alguma recompensa pela elaboração dessa tarefa. O professor pode sugerir leituras ou prepará-las com auxílio de livros didáticos.
- Elaborar bons testes conceituais (*Concept Tests*): questões mais elaboradas e mais difíceis, que permitem uma avaliação da aprendizagem. São conceituais e/ou numéricos, com adequada exigência de raciocínio, de modo que sua solução não ocorra com uma simples resolução literal de problema, confiando somente em equações prontas, e nem tão difíceis a ponto de não encontrarem a solução, desmotivando-os. Devem ter adequadas alternativas de respostas; voltados para apenas um conceito chave; ser escritos sem ambiguidades. Para escolher bons TC para os estudantes “o professor precisa avaliar quais conceitos causam dificuldades aos alunos e qual o nível adequado para a turma.” (VIEIRA, 2014, p. 21). É uma tarefa desafiadora, a qual se pretende elaborar no decorrer do presente trabalho.

Em relação às vantagens desta metodologia, Miller *et al* (2014) destaca que pesquisadores tem indicado que o PI é uma estratégia de ensino que é superior em promover a compreensão conceitual e habilidades em resolução de problemas se comparado com aulas tradicionais. Neste artigo, iniciado com o objetivo de investigar a influência do tempo utilizado na escolha das respostas corretas dos TC, os autores citam que pesquisas (HECKLER, SCAIFE e SAYRE, 2010; RAO e DICARLO, 2000) têm mostrado que os estudantes gastam menos tempo para escolher respostas erradas dos TC, e mais tempo quando escolhem a resposta correta. De acordo com estas pesquisas citadas, os estudantes que respondem os TC, amparados em conceitos do senso comum, tendem a responder mais rapidamente se comparados aos que respondem corretamente.

De acordo com os autores acima, antes da discussão entre os colegas, o tempo gasto para escolher respostas corretas foi 20 a 30% menor do que o tempo despendido pelo que

escolheram alguma resposta incorreta. Após a discussão em grupos, essa diferença foi de 10%. Isso indica que aumentou a confiança dos estudantes a partir das discussões e representa um ganho na confiança dos estudantes sobre suas respostas. Mostra, também, que as respostas erradas não são fornecidas sem confiança (no “chute”), já que se gasta um tempo maior nelas, ou seja, pode ser que os estudantes estejam pensando mais e, assim, tentam chegar à resposta correta.

Miller *et al.* (2015) mostram dados da mudança nas respostas aos TC dadas pelos estudantes antes e depois da discussão entre os pares, respectivamente. 73% dos alunos que erraram na primeira vez acertaram a resposta do TC na segunda vez, graças a discussões do grupo. 17% permaneceram incorretos, mas mudando de alternativa e 10% mudaram de correto para incorreto. Isso mostra a potencialidade que tem a interação entre os pares e o convencimento daqueles que acertaram. A discussão entre os pares tende a encaminhá-los à resposta correta.

Assim, se os estudantes pensam mais para responder após a interação com os colegas, é um indício de que eles têm mais argumentos, mais fatos para analisarem e por isso gastam mais tempo, tornando-se mais cuidadosos com a resposta (MILLER *et al.*, 2014). Após a discussão entre os colegas, o tempo de resposta aumentou, tanto para as corretas como para as incorretas. Os resultados sugerem que os tempos de resposta são dependentes de características intrínsecas dos estudantes, tanto quanto de processos cognitivos.

Adiante, os autores (op. cit) citam que ao atingir 80% de votantes a questão seja encerrada já que, a partir de então, haverá um aumento nas respostas por adivinhação. Portanto, não é produtivo postergar seu encerramento.

Parte da dinâmica do PI nas aulas está relacionada com a forma de envio das respostas dos testes conceituais ao professor. Formas adequadamente escolhidas podem dinamizar as atividades das aulas.

Dentre as formas mais utilizadas, tem-se os cartões coloridos (*flash cards*), a votação por meio de algum sistema eletrônico (*clickers*, aparelhos celulares, *laptops*) ou até mesmo levantar as mãos. Depende do investimento financeiro que será empregado e do tipo de análise que se pretende fazer com os dados coletados.

Crouch *et al.* (2007) afirmam que são vários os sistemas de votação que podem contribuir com o PI. Um levantar das mãos é útil porque serve para o professor ter um rápido parecer da compreensão dos estudantes. Como desvantagens, têm-se a falta de precisão, o desconforto de alguns em votar publicamente e a influência da publicização dos resultados na posterior discussão entre os colegas.

Com os *flashcards* (ou cartões de resposta) cada estudante levanta um cartão correspondente à resposta escolhida. Como todos votam juntos, em uma única vez, os estudantes não conseguem ler os votos dos outros, minimizando as possibilidades da alternativa mais votada influenciar no voto dos indecisos e nas discussões seguintes. Existe a dificuldade em gravar os dados dessa votação, que pode ser resolvida fazendo uma fotografia das votações, antes e depois das discussões.

Pode-se solicitar que os estudantes digitalizem (escaneiem) as respostas e enviem ao professor. Esta forma é importante porque permite obter muitos dados a respeito da evolução e aprendizagem. É inconveniente porque a avaliação das respostas é feita fora do horário das aulas, prejudicando o *feedback* e não há como dar um atendimento imediato à dificuldade que o estudante tem na resolução do TC. Por isso, recomenda-se usar os *flash cards* ou levantar as mãos, juntamente com a digitalização das respostas.

Para maior facilidade na contagem, podem-se usar os meios eletrônicos de votação. Como exemplo, os *clickers*, os quais são comunicadores por rádio frequência, que permitem ao estudante o envio individual de sua resposta, assim que efetuar a resolução, tendo preservado seu anonimato. Em alguns desses sistemas eletrônicos, é possível gravar os dados e plotá-los na forma de um gráfico para, depois, mostrar a todos os estudantes. Se houver acesso à internet, os estudantes podem utilizar seu telefones celulares, *smartphones*, *lap tops*, *palm tops*, computadores, etc., e responder os TC via *web site*. Como vantagens tem-se a confiabilidade nos resultados e rapidez no envio. O professor recebe imediatamente cada resposta individual, tendo a informação da quantidade de votantes e do percentual de respostas corretas. Com isso é possível decidir qual o melhor momento para a votação ser encerrada. Os sistemas eletrônicos de votação também facilitam a coleta de dados para pesquisas devido a sua precisão.

As votações por meio de sistemas eletrônicos têm a vantagem de apresentar o resultado de forma rápida e precisa, além de permitir o registro e arquivamento das informações com mais facilidade em relação às demais formas de votação. Na comparação entre sistemas de votações manual e eletrônico,

Lasry (2008) realizou um estudo a fim de comparar a eficácia do uso de sistemas de votação eletrônica (*clickers*) e cartelas coloridas (*flashcards*). Em termos de aprendizagem, os resultados encontrados foram os mesmos; entretanto, em termos de ensino, os *clickers* mostraram-se melhores por facilitarem a contagem das votações, por não permitirem que um estudante veja o que o outro está marcando no momento da votação e, também, por manterem um registro das opções individuais, que pode ser usado para acompanhar a evolução dos alunos em direção aos objetivos de aprendizagem. Apesar dos benefícios, os gastos para a aquisição de sistemas eletrônicos por parte das escolas não é desprezível e pode ser um empecilho para que o IpC [PI] chegue à sala de aula. (MÜLLER, 2013, p.14)

Nas votações, pode-se solicitar que os estudantes informem sua confiança na resposta escolhida. Com essa verificação pode-se avaliar o grau de segurança e um indicativo da confiança do estudante. Pode indicar algum indício de aprendizagem e da autoconfiança do estudante.

O sucesso na aplicação do PI é relatado por Fagen, Crouch e Mazur (2002), que apresentam dados nos quais a maioria dos professores entrevistados, mais de 80%, o utilizam como ferramenta de ensino em Física, Química, Ciências da Vida, Matemática, etc. Os autores realizaram uma pesquisa na qual mais de 2700 professores responderam a um questionário, sendo que foram detectados mais de 700 como usuários de alguma metodologia derivada do PI, e 384 responderam que utilizaram efetivamente o PI, em 23 países. Nesta pesquisa, apenas 5% dos professores afirmaram que utilizam a estratégia em turmas de ensino médio.

Os entrevistados consideram que é um método eficaz para o ensino e que o sucesso apresentado supera os desafios da implementação. Como desafios, são citados o tempo e a energia dedicados pelo professor para elaborar bons testes conceituais, assim como a resistência inicial que os alunos apresentam. Reforçam a necessidade de o professor explicar sobre o método e incentivar exaustivamente seu uso. Os resultados citados pelos entrevistados ressaltam os ganhos conceituais dos alunos que já acostumaram com o PI (op. cit).

O sucesso na utilização do PI está fortemente relacionado à motivação dos participantes. “PI requer que os estudantes sejam mais ativamente envolvidos e independentes na aprendizagem do que as turmas em ensino convencionais” (CROUCH *et al.*, 2007, p.20). Segundo este autor, no início é comum que alguns não acreditem nesta forma de instrução, então motivar os estudantes é essencial. É preciso incluir questões conceituais para a discussão nas aulas e nas avaliações, de forma a deixar claro que são os conceitos básicos/subsunçores os mais importantes para a aprendizagem, distanciando de práticas tradicionais de excessivos problemas quantitativos. É importante, também, deixar claro que o foco do ensino não é a repetição daquilo que está nos livros ou na explicação do professor, mas que é preciso ir além, conhecer e interpretar além do que lhe é fornecido na escola.

Outro fator que indica o sucesso em PI é criar um ambiente de cooperação em sala de aula, onde os estudantes sintam-se livres para dialogar, perguntar, afirmar, defender suas respostas. Um ambiente competitivo é incompatível com atividades colaborativas (MAZUR, 1997). A colaboração é fundamental no momento que os estudantes tentam convencer os outros nas discussões sobre as respostas (CROUCH *et al.*, 2007).

Essas ideias vão ao encontro da concepção de educação humanista proposta por Rogers (1977), o qual sugere que em uma sala de aula onde as relações interpessoais são boas, os

sujeitos ficam mais livres para pensar e agir, e isso aumenta as chances de sucesso na aprendizagem. Um ambiente com confiança mútua, com relações verdadeiras onde o professor apresenta-se como um ser humano na sua plenitude, com suas habilidades e defeitos, favorecem a aprendizagem e o desenvolvimento dos estudantes.

Além do ambiente favorável, os testes conceituais também cumprem um papel importante. Uma das maiores preocupações está em desenvolver bons testes conceituais, com questões que sejam significativas e exijam algum nível de raciocínio. Embora, podendo-se utilizar questões de vestibulares e ENEM disponíveis na internet, acreditamos que aqui reside um grande desafio ao nosso trabalho: estabelecer um banco de testes conceituais para os conteúdos desenvolvidos nas aulas durante esta pesquisa. Esta já foi uma indicação de Müller (2013), em sua dissertação de mestrado, utilizando o PI com professores de Física em formação inicial.

A relação de melhorias na aprendizagem com PI está fortemente ligada à qualidade dos TC. Testes adequadamente elaborados favorecem a discussão sobre os conhecimentos estudados e interação dos estudantes.

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

Testes conceituais com potencialidade para o PI devem incluir alternativas incorretas plausíveis, ou seja, não devem ser aleatórias ou com resultados absurdamente distantes da realidade. É recomendável, de acordo com Müller (2013), que estas respostas sejam amparadas nos conhecimentos de senso comum dos estudantes e contemplem os mal-entendidos comuns.

Estas são algumas das potencialidades do PI que trazemos a esta pesquisa as quais justificam a aplicação desta metodologia de ensino transposta para o ensino médio. São várias etapas que devem ser seguidas, desde a indicação das leituras pré-classe, explanação em sala, formulação dos TC (ou escolha de alguma prova de avaliação) e as respostas. Na sequência, apresentamos outra estratégia de ensino (o JiTT) que também favorece o trabalho colaborativo em sala de aula e fora dela.

2.2 *JUST-IN-TIME-TEACHING*

O *Just-in-Time Teaching* (JiTT)- às vezes traduzido livremente para o português como

Ensino sob medida (EsM)- é uma estratégia de ensino-aprendizagem baseada na interação entre conhecimentos anteriores adquiridos (pesquisados) na internet e atividades interativas em sala de aula (<http://jittdl.physics.iupui.edu/jitt/what.html> acessado em 29/05/2015). Foi proposto por Gregor Novak (NOVAK *et al.*, 1999), na tentativa de ensinar Física a alunos que tinham pouco interesse ou se sentiam inseguros no estudo da disciplina.

Nesse método, os alunos estudam em casa com uma leitura previamente combinada ou uma pesquisa na internet, e respondem a perguntas – chamadas *WarmUp* - sobre os conteúdos. O professor recebe as respostas com tempo de analisá-las para planejar a próxima aula, o que auxilia na elaboração de uma aula mais produtiva. Durante a exposição inicial do professor, objetiva-se esclarecer os pontos que os alunos não compreenderam ou aprofundar a discussão sobre os conhecimentos.

Em seguida, o professor fornece exercícios (*puzzles*) para os alunos resolverem, amparados nos conhecimentos estudados, podendo ser atribuído algum crédito pelo esforço e desempenho. Recomenda-se que se considere o efetivo envolvimento do aluno com o processo, o esforço dedicado, a riqueza das discussões, entre outras possibilidades, mesmo que os exercícios estejam incompletos, distanciando-se de práticas punitivas, caso a resposta não esteja correta.

As atividades domiciliares de leitura e resolução de problemas são estímulos à busca autônoma de conhecimentos, de modo a ampliar a responsabilidade dos estudantes pela sua aprendizagem. Quando o professor recebe as respostas com antecedência, pode preparar as atividades da aula, focando na solução das dúvidas que ainda permanecem, já que muitas delas podem estar fundamentadas nos conhecimentos prévios dos estudantes. Araújo e Mazur (2013) salientam que o JiTT

vem se mostrando uma excelente opção para levar em consideração o conhecimento prévio dos alunos na elaboração de aulas que enderecem dificuldades específicas da turma para a qual se destina. Além disso, esse método tem se mostrado efetivo para formar o hábito de estudo antes das aulas, por parte dos alunos. (p.364)

Como pontos fortes do JiTT tem-se os *WarmUps*, também conhecidos como exercícios de aquecimento, e os *puzzles*. Ambos podem ser curtos, baseados em conhecimento anterior à aula, em uma leitura ou pesquisa na internet, os quais demandam grande quantidade de pensamento por parte dos estudantes porque devem ler e compreender os conceitos no texto, a fim de apresentar respostas breves (NOVAK; MIDDENDORF, 2004). As questões (*warmups* e *puzzles*) podem contemplar: desenvolvimento de conceitos e vocabulário, modelagem, conexão de conceitos e equações, estimativas, relações do conhecimento científico com o senso comum, compreender o escopo de equações, etc (Idem).

De acordo com Novak e Middendorf (2004), as principais metas do JiTT são:

- maximizar a eficácia das aulas, onde os professores interagem com os estudantes;
- estruturar o tempo fora e dentro de sala de aula para o máximo benefício da aprendizagem;
- criar e sustentar interações entre pares. Os estudantes trabalham em equipe, com os colegas e com o professor, para ajudar aos colegas a adquirir quantidade máxima de conhecimentos ao final da disciplina.

Nesse sentido, nesta pesquisa o JiTT será utilizado para despertar o hábito de estudos fora do horário escolar, em outros períodos, nos finais de semana, ou outros. É também um incentivo à prática de buscar conhecimento de forma livre e autônoma, atitude que nossos estudantes ainda desconhecem. Forneceremos materiais de estudos e algumas questões a respeito do tema, com antecedência de uma semana. Receberemos as respostas um ou dois dias anteriores à aula, para então fazer o planejamento das atividades de sala. Há necessidade de fornecer o material de estudos já que a maioria não possui acesso à internet. Uma alternativa são as leituras, os exemplos e as questões propostas no livro didático de Física.

2.3 COMBINAÇÃO DOS MÉTODOS PI E JITT

Pesquisadores sugerem que o uso combinado do PI com o JiTT possibilita melhores interações e traz resultados mais significativos para a aprendizagem (MÜLLER, 2013; OLIVEIRA; VEIT; ARAÚJO, 2015). Watkins e Mazur (2010) sugerem que o PI é essencial para o desenvolvimento das interações e discussões durante as aulas, mas os estudantes precisam possuir algum conhecimento mínimo dos conteúdos. Dessa forma, o JiTT preenche esse espaço, possibilitando fornecer conteúdos previamente (OLIVEIRA; VEIT; ARAÚJO, 2015).

Na Figura 2, pode-se verificar uma linha de tempo para a utilização conjunta do PI e JiTT para uma aula proposta por Araújo e Mazur (2013). O professor envia aos estudantes a tarefa de leitura, que poderá ser feita diretamente no livro didático ou pesquisas na internet, e deve receber as respostas com tempo hábil para elaborar o planejamento da aula. Em sala, o professor utiliza-se de pequenas exposições orais, demonstrações, atividades experimentais, etc, sendo possível discutir algumas das respostas que foram fornecidas previamente pelos estudantes. Desta forma, o professor pode discutir os itens que os estudantes ainda não compreenderam durante a leitura, bem como os conhecimentos prévios que ainda persistem. E, na sequência, podem ser propostos testes conceituais que, de acordo com a frequência das

respostas, poderá encaminhar para discussões em grupos. A Figura 2 encontra-se ampliada, para melhor visualização, no Anexo A.

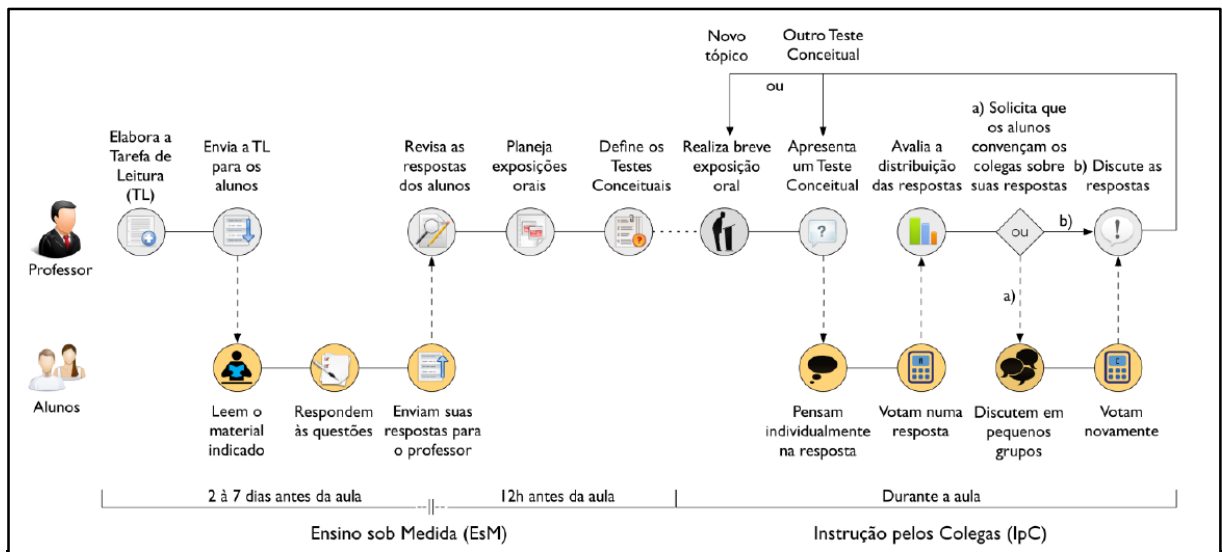


Figura 2 - Sequência proposta para o uso integrado do JiTT e PI
Fonte: Araújo e Mazur (2013), p.374, apud Müller (2013).

Müller (2013) realizou uma pesquisa onde foram aplicadas estas estratégias de ensino em turma de 3ª série do ensino médio, no conteúdo específico de Eletromagnetismo, em uma escola pública federal. Em algumas turmas, os estudantes dispunham de *laptops* para as votações, e em outras, cartões coloridos. Também foi analisada a inserção do PI e JiTT em aulas no estágio supervisionado da formação inicial de professores de Física.

Müller (2013), após introduzir o PI nas aulas de Física, elaborou questionários sobre a receptividade dos estudantes ao método, obtendo como resultado os impressionantes 97% de respondentes afirmando que a metodologia utilizada (o PI) era “boa” ou “muito boa”.

Nesta mesma pesquisa foi perguntado aos estudantes, antes e depois da utilização do PI nas aulas de Física, se acreditavam que aprendiam mais nas aulas com PI ou nas aulas expositivas, utilizando-se da questão: “Aprendo mais com aulas tradicionais (com uso de quadro negro e giz)” (ibidem, p.57). Antes da utilização do PI, 60% responderam “concordo” ou “concordo fortemente”. Após as aulas de Física com o PI, apenas 24% permaneceram nestas respostas, concordando que aprendem melhor em aulas de tradicionais, de quadro e giz. A fração dos que responderam “discordo” com a questão saltou de 12% para 28%. Estes dados revelam como o PI foi bem aceito tornou-se uma potente ferramenta de ensino-aprendizagem.

Os estudantes destacaram alguns pontos fortes na utilização do PI, como “o linguajar mais simples do colega no momento da explicação, a tentativa de convencer o colega e a possibilidade de receber diferentes explicações sobre um mesmo tópico do conteúdo...”

(MÜLLER, 2013, p.58). O aumento da concentração para responder os TC, a possibilidade de aprendizagem de todos, incluindo os de menor rendimento, a chance de descobrir seus erros quando tenta convencer os colegas, menor tempo de aulas expositivas, etc., são algumas das conquistas que os estudantes citaram.

Percebe-se que a pesquisa de Müller (2013) foi desenvolvida em escola que dispunha de infraestrutura adequada e estudantes dispostos a prosseguir com os estudos. Não encontramos na literatura alguma pesquisa que tivesse sido aplicada em escola com insuficiência de recursos tecnológicos. Assim, estamos curiosos para analisar a receptividade e o desempenho dos nossos estudantes trabalhadores e com histórico de pouco comprometimento. Dessa forma, nosso trabalho torna-se relevante ao investigar a inserção de práticas que envolvem tecnologias num ambiente próximo à exclusão digital.

Em outra pesquisa bem sucedida, que utilizou-se da combinação do PI e JiTT, Oliveira, Veit e Araújo (2015) compararam o desempenho de duas turmas em que estas estratégias de ensino foram utilizadas e outra turma com ensino tradicional. Como resultado, obteve-se grande aceitação dos métodos por parte dos estudantes. Segundo os autores, as tarefas de leitura (TL) se mostraram favoráveis para uma melhor compreensão da aula, sendo que a maioria destes se mostrou motivada para participar das atividades da aula, pois já tinham algum conhecimento prévio do conteúdo (idem).

A aplicação de testes no início e no final do curso, para todas as turmas pesquisadas, mostrou que as que utilizaram o PI obtiveram um ganho conceitual mais elevado se comparada à turma que teve aulas de forma tradicional, sem o PI. Ou seja, há indícios de que aconteceu a aprendizagem dos conceitos e, além disso, é relatada uma grande participação dos estudantes nas atividades e nos TC.

A combinação dos métodos EsM e IpC [PI e JiTT] propiciou, em nossa experiência didática, muita motivação dos alunos em relação à discussão entre os colegas, além de incentivar o envolvimento ativo no processo de ensino-aprendizagem, antes, durante e depois da aula. (OLIVEIRA; VEIT; ARAÚJO, 2015, p.198)

É possível concluir que, de acordo com os resultados, os estudantes obtiveram um ganho conceitual acima do alcançado pela turma com ensino tradicional, e desenvolvimento de “habilidades associadas à colaboração entre colegas; à organização e exposição de ideias, na medida em que precisam convencer os colegas de suas respostas; e ao compartilhamento de significados” (OLIVEIRA; VEIT; ARAÚJO, 2015, p. 199).

Assim sendo, é possível que o JiTT preceda o PI nas aulas, na forma de atividades pré-classe que podem ser: leituras, pesquisas na internet, em livros didáticos, simulações *on lines*,

etc.

Após as atividades pré-classe, quando o professor tem acesso às respostas das questões propostas na atividade domiciliar, este poderá planejar a aula visando solucionar as dificuldades que ainda persistam. A aula poderá ser direcionada para a resolução dos testes conceituais, esclarecimentos das dúvidas, discussões e aprofundamento.

Nessa perspectiva, há uma alteração na ordem dos episódios da aula, na qual o estudante vai para a aula para concluir o conteúdo cujo estudo já foi iniciado em casa, com as atividades domiciliares. Estas atividades podem potencializar a aprendizagem, ao contrário do que percebemos no ensino tradicional no qual os estudantes iniciam a aula com pouca noção dos conteúdos; a cronologia da aula é guiada pelo professor e pelos conteúdos e não pela aprendizagem/desenvolvimento do estudante.

Essa alteração na cronologia das aulas é chamada de sala de aula invertida ou *blended learning*. Trata-se de um método em que o estudante recebe o material [de estudo] que será utilizado na próxima aula (VALENTE, 2014), devendo estudar os conteúdos previamente. Durante as aulas o professor tenta explicar os pontos que não foram compreendidos durante a leitura, circulando pela sala, tirando dúvidas e prestando esclarecimentos.

A inversão ocorre uma vez que no ensino tradicional a aula serve para o professor transmitir a informação para o aluno que, após a aula deve estudar o material que foi transmitido e realizar alguma atividade de avaliação para mostrar que esse material foi assimilado. Na abordagem de sala de aula invertida, o aluno estuda antes da aula e a aula se torna um lugar de aprendizagem ativa, onde há perguntas, discussões e atividades práticas. (VALENTE, 2014, p.86)

Estudos têm mostrado que a utilização de estratégias de ensino que incentivem a leitura pré-classe e uma aprendizagem ativa trazem resultados positivos (VALENTE, 2014). Este autor contrapõe a uma educação bancária (FREIRE, 2005) que é centrada na transmissão de informações e acentua a enculturação e a repetição acrítica, com educação por atividades de aprendizagem ativa, como o PI. Nesta última, o estudante “assume uma postura mais participativa, na qual ele resolve problemas, desenvolve projetos e, com isso, cria oportunidades para a construção de conhecimento.” (VALENTE, 2014, p.81)

Em relação às potencialidades de atividades colaborativas, como o PI, e as TIC, Belloni e Gomes (2008) trazem uma reflexão.

Nossas pesquisas permitiram observar, em muitas ocasiões, o quanto a interação entre pares desempenha um papel crucial nas aprendizagens e o quanto o uso pedagógico adequado das TIC favorece estas interações, na medida em que cria ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e mais democráticos do que a sala de aula convencional, favorecendo a aprendizagem colaborativa. O mesmo podemos dizer sobre a autonomia do aprendiz, esta qualidade indispensável ao desenvolvimento da autodidaxia, uma competência ao mesmo tempo propiciada por elas e necessária,

até mesmo imprescindível, na apropriação das técnicas de informação e comunicação que povoam nossa existência. Esta competência, relacionada com a capacidade de "aprender a aprender" de que falam os discursos educacionais em voga, é fundamental para a vida social contemporânea, seja para o trabalho, seja para a cidadania. (p.7)

Fantin (2015) considera os ambientes de aprendizagem situada (EAS), dentre eles se encaixa o PI, que tem nos seus métodos o protagonismo do estudante, ainda que desenvolvidas em ambientes de ensino tradicionais, parecem ganhar espaço no campo educacional atualmente. São ambientes em que “os alunos partem de um problema, realizam leitura prévia com busca pessoal de questões desafiadoras, compartilham os resultados em grupo com novas perguntas, aprofundamentos e objeções, e o professor esclarece e sistematiza o conhecimento” (p.10), que embora aparentemente sejam novos, como Mazur, (1997), “sua ideia central nos remete a Freinet (2002), que já na década de cinquenta enfatizava a lição a posteriori e o trabalho cooperativo entre pares.” (p.11).

Estes métodos têm em comum o protagonismo do estudante. Para isso é importante criar um ambiente de liberdade na sala de aula, onde todos possam se expressar, liberando a criatividade e responsabilidade, como proposto por Rogers (1977).

Rogers (1977) apresenta um relato de experiências de professores que utilizaram sua criatividade e esforço para apostar em métodos de ensino mais livre, deixando os alunos mais confiantes em suas potencialidades. Trata-se de uma abordagem por meio da qual o professor, chamado de facilitador da aprendizagem, propicia um ambiente onde os indivíduos sintam-se livres para realizar as atividades. Há um clima onde as relações interpessoais são potencializadas, juntamente com a confiança nos outros e a auto confiança são estimuladas.

As proposições de Rogers (1977) são de grande importância para o estabelecimento de novas estratégias de ensino. Apresenta bons fundamentos para trabalhar com liberdade em sala de aula, incentivando os professores a tomarem atitudes, com ações inéditas, para a solução de problemas do cotidiano escolar. É uma estratégia que foi aplicada em vários níveis de ensino, tendo alcançado bons resultados. Contudo, não estamos seguros da efetividade que essas estratégias nos proporcionarão, nem se nossos alunos desejam essa liberdade ou se sabem como utilizá-la.

Portanto, uma das proposições do presente trabalho é a utilização de metodologias interativas de ensino (PI e JiTT) como aliados no ensino de Física, pensando em proporcionar atividades escolares com maior liberdade para os estudantes. Acreditamos que a discussão entre os pares é uma forma de dar liberdade para os estudantes expressarem suas opiniões/convicções sobre os conteúdos de Física trabalhados, bem como opinar sobre a aula.

2.4 O ENSINO DE FÍSICA E AS TIC

A Física é composta pela interpretação de leis que descrevem e interpretam o Universo desde o ponto de vista microscópico, passando pelo macroscópico, até os esclarecimentos astronômicos. Possui uma linguagem complexa, porém definida, para auxiliar nas explicações de como o mundo funciona.

Aprender Física no ensino médio é adquirir certa destreza de conhecer e interpretar essas leis e, além disso, encaminhar o pensamento para a compreensão de artefatos tecnológicos, e a formação cultural contemporânea. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN),

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. (BRASIL, 1997, p.22)

Ainda de acordo com os PCN, é imprescindível que o ensino de Física contemple a História e Filosofia da Ciência de forma que seja possível observar o caráter temporal do conhecimento produzido, jamais apresentá-lo como conhecimento definitivo ou inquestionável. O trabalho dos cientistas, suas relações com a sociedade, as relações do conhecimento produzido com a sociedade da época, etc., são pontos que permitem um ensino mais contextualizado e que os estudantes percebam que o conhecimento está constante em evolução.

Nosso propósito, enquanto professor e pesquisador é fazer com que o ensino de Física possa contribuir para o sucesso escolar dos estudantes. Para tal, é necessário que seja desenvolvido de modo que estimule a descoberta e a criatividade, quando explicam-se a os fenômenos da Natureza, permitindo ao estudante ter uma melhor compreensão do mundo.

No entanto é possível ocorrer o inverso, caso a educação não se desenvolva de forma eficiente, poderá surgir um ensino descontextualizado, desprovido de significados, que quase nada contribui para a compreensão da Natureza ou centrado em excessivo tratamento matemático nas resoluções de problemas que desmotivam os estudantes. É necessário superar este cenário que, de acordo com a nossa experiência, somente contribui para o fracasso escolar.

Cemin (2011), em um estudo sobre a evasão escolar no ensino médio, reitera a hipótese de que os problemas sociais de emprego, trabalho, renda ou família interferem fortemente na evasão e repetência escolar. A autora afirma que, “Nacionalmente, os motivos da evasão são: o desinteresse, 40%, seguido do trabalho, que é igual a 27%.” (p.67) e reforça a importância de um trabalho específico voltado para jovens trabalhadores. Também detectou, na escola pesquisada, que o cansaço das atividades da rotina de trabalho também influenciam na

motivação dos estudantes.

Esta autora cita algumas hipóteses sobre as causas da desmotivação que surgiram durante sua pesquisa (CEMIN, 2011). São destacados que: o baixo rendimento está relacionado ao trabalho, à relação de famílias desestruturadas que não fornecem o devido incentivo aos adolescentes, pouca expectativa de desenvolvimento pessoal e profissional “para o futuro faz com que alunos sejam menos interessados pela aula e pela sua rotina de conhecimentos formais” (idem, p.67).

Estas informações são úteis para que elaborem tentativas de solução de alguns problemas escolares, como a evasão e a repetência escolares que têm, entre outros motivos, a relação com o trabalho, com a desmotivação para aprender e as condições sociais, econômicas e culturais da vida dos estudantes. É, também, por estes motivos, que propomos a utilização de TIC no ensino, tentando outras formas de atrair a atenção e melhorar a motivação dos estudantes.

O uso de TIC como *smartphones* e *tablets*, por exemplo, tem aberto novas possibilidades para os processos de ensino-aprendizagem com a utilização de aplicativos, aliada às funcionalidades da conexão sem fio. Há significativa mudança nas relações que temos com a informação e a produção de conhecimentos e tem potencial capacidade de transformação das maneiras de ensino e de aprendizagem (NICHELE; SCHLEMMER, 2014).

Entre as potencialidades pode-se citar a mobilidade, a rápida transmissão de informações, a possibilidade de trabalho colaborativo mesmo estando em locais geograficamente distantes ou em horários alternativos com comunicação não simultânea com e-mails, AVA (ambientes virtuais de aprendizagem), wikis, fóruns, etc.

Em sala de aula as possibilidades trazidas pelas TIC são: vídeos, áudios, materiais didáticos que eram pouco acessíveis, simulações para o ensino, jogos epistêmicos, laboratórios virtuais, além de pesquisas *on line* como consultas a bibliotecas, revistas, dicionários e enciclopédias. As pesquisas *on line* são as aplicações mais utilizadas pelos professores tendo a finalidade de fornecer informações, principalmente em locais onde há carência de material instrucional.

No contexto escolar, a flexibilidade espacial e temporal propiciada pelos dispositivos móveis com conexão sem fio, como os tablets, conferem novas possibilidades na educação, como o prolongamento das atividades escolares para além dos limites físicos da escola, além de descentralizá-la no que se refere ao docente como única fonte de informação. (NICHELE; SCHLEMMER, 2014, p.2)

Com a crescente utilização das TIC no ensino, surge o termo *Mobile learning* (*m-learning*), que busca analisar como os dispositivos móveis podem interagir com a aprendizagem

(BATISTA; BARCELOS, 2013). As referidas autoras afirmam que a notável praticidade destes aparelhos com inúmeras funções, se usados adequadamente podem contribuir para os processos educacionais.

Acreditamos que é possível utilizar-se das TIC nas aulas desde que o professor tenha a sensibilidade de problematizar o uso, verificando suas potencialidades e limitações. É importante reforçar que o equipamento por si só não é que resolve os problemas educacionais, mas as ações planejadas e concretamente desenvolvidas poderão dar um rumo. “Se bem exploradas, as ferramentas tecnológicas se constituem em uma excelente oportunidade para a estruturação de atividades exploratórias que estimulem o raciocínio, a criatividade e a autonomia discentes”. (DUDA; SILVA, 2015b, p.311)

Observam-se, algumas vezes, nos discursos de gestores educacionais, afirmações contundentes de que as TIC vão transformar o ensino, que são o futuro da educação ou que não utilizá-las é estar sendo atrasado tecnologicamente. Alegam que o professor que não usá-las nas aulas estará desatualizado, ultrapassado. Discursos como estes lançam exclusivamente ao professor a responsabilidade pelo sucesso educacional, renegando a responsabilidade de igual ou maior importância que há da própria gestão.

Consideramos que ao professor é importante estar atento às possibilidades do uso das TIC nos temas que desenvolve nas aulas e analisar as possíveis aplicações e resultados. O uso adequado e consciente dessas ferramentas é que poderá trazer algum benefício para a aprendizagem.

Acreditamos que uma das potencialidades a ser buscada com o uso das tecnologias é superar as formas de ensino que são fundamentadas na transmissão e reprodução dos conteúdos como uma educação bancária (FREIRE, 2005). É importante buscar novas formas de ensinar e aprender com as tecnologias, assim como superar a

mera transposição de conteúdo do meio analógico para o digital, ou restringida ao uso das tecnologias digitais para a busca de informação, não atingindo a expectativa de produção de conhecimento e de desenvolvimento da autonomia do estudante. (NICHELE; SCHLEMMER, 2014, p.8).

Por conseguinte, é importante que o professor problematize o uso de tecnologias na sua prática e procure novas formas de ensinar e aprender. Também é preciso que se fundamente a prática e os objetivos educacionais amparado numa clareza epistemológica de como os estudantes aprendem com a utilização das tecnologias e nas suas relações com a área do conhecimento (NICHELE; SCHLEMMER, 2014). Dessa forma, os professores poderão interferir de forma eficiente para gerir as formas de aprender, com o uso de tecnologias.

Tratando-se de tecnologias na Educação, Johnson *et al.* (2015) comunicam os dados produzidos pelo Horizon Report - que publicou The NMC Horizon Report: Educação Básica Edição 2015 - o qual discorre sobre tecnologias emergentes na área educacional. Com consultores em vários países, elaborou-se um relatório, chamado de K12, que citam as tecnologias que estão (e que estarão) entrando nas salas de aula no período de até cinco anos e fazendo parte das atividades didático pedagógica. Os autores frisam a importância da utilização de tecnologias no ensino de forma integrada com as atividades das aulas, considerando que

O uso de tecnologias móveis e outros, combinados com novas abordagens de ensino e a onipresença da Internet, levaram a mais aprendizagem centrada no aluno, onde os alunos têm autonomia sobre as ferramentas e materiais que eles usam. Como resultado, os professores simplesmente não podem assumir as mesmas funções que tradicionalmente realizam como palestrantes e distribuidores de informação. (JOHNSON *et al.*, 2015, p.28)

De acordo com os autores (*idem*), uma das tecnologias mais promissoras e acessíveis para as atividades educacionais é o uso de *smartphones* em dentro e fora das salas de aula, em um ensino híbrido que combina atividades *on line* com as aulas regulares. Nesta perspectiva, os autores também referendam a potencialidade de uma aprendizagem personalizada, referindo-se a estratégias de sala de aula invertida, utilização das TIC no ensino e a

Gama de programas educacionais, projetos de aprendizagem, abordagens e estratégias instrucionais, estratégias de apoio acadêmico e destinam-se a atender as necessidades de aprendizagem específicas, interesses, aspirações ou origens culturais de cada aluno (p.26)

2.4.1 Celulares: a Tensão Necessária no Ensino de Física

Ao refletir sobre as TIC no ensino, temos que considerar as possibilidades da utilização dos aparelhos celulares e dos smartphones. Já a distinção entre aparelhos celulares e *smartphones* é algo ainda difuso/nebuloso. Os constantes avanços tecnológicos não favorecem a listagem de um conjunto único de características que os definam. Para Morimoto (2009), é complicado traçar uma linha divisória entre os tipos de aparelhos de forma a conceituar definitivamente os *smartphones*, sendo que

[...] a designação mais popularmente aceita é que um smartphone é capaz de:
a) rodar um sistema operacional completo e permitir a instalação de aplicativos nativos [...]; b) comunicar-se com o PC via USB e bluetooth; c) conectar-se à web via GPRS, EDGE ou de preferência 3G; d) rodar um navegador com bons recursos [...] e outros aplicativos de comunicação; e) tocar MP3, exibir vídeos e rodar jogos. (p.17-18).

Entretanto, o uso de aparelhos eletrônicos, entre eles os celulares em sala de aula, ainda divide opiniões. Os contrários ao uso alegam que o aparelho causa distrações, dificultando a

concentração (GILROY, 2004 *apud* KOLB, 2008). Os favoráveis, no entanto, afirmam que o professor deve dispor de estratégias de ensino e atividades produtivas para incorporar sua utilização (RIBAS, 2012; COSTA, 2013; DUDA e SILVA, 2015a; 2015b; MIQUELIN, 2009). O celular faz parte da diversão e das relações dos adolescentes, assim acreditamos que é produtivo ensiná-los a utilizar como ferramenta de trabalho e estudos.

No Estado do Paraná, esta discussão chegou ao ponto de o governo estadual publicar a Lei 18118 – de 24 de Junho de 2014, que dispõe sobre a proibição do uso de aparelhos/equipamentos eletrônicos em salas de aula para fins não pedagógicos no Estado do Paraná (PARANÁ, 2014).

Ribas (2012) posiciona-se favorável ao uso de celulares nas aulas, afirmando que a proibição do uso de tecnologias, como o celular nas aulas é uma prática contrária à LDB (Lei 9394/96) e aos documentos oficiais elaborados pelo MEC, e que o uso adequado das TIC no espaço educativo “é imprescindível para um ensino de qualidade, crítico e eficiente, e que garanta a participação social dos sujeitos na realidade atual.” (p.14)

Kolb (2008) relata que profissionais da Educação gastam muito tempo e energia desenvolvendo regras e procedimentos para manter os celulares fora das salas de aula. Em vez disso, os educadores poderiam usar seu tempo para pesquisar formas para integrar estes dispositivos na construção do conhecimento e como ferramenta de comunicação colaborativa, objetivando melhor preparo destes ao “mundo digital”. No entanto, o autor indica que podem haver problemas com o uso de celulares, como envio de mensagens durante avaliações, fazer imagens e postá-las sem a devida permissão, bem como distrair-se com jogos.

Mesmo com estas restrições, Kolb (2008) posiciona-se favorável ao uso do celular, considerando que é uma função dos educadores do século XXI “ajudar os estudantes a navegar e ficar seguros num mundo repleto de tecnologia e informação” (p.1). Também considera o celular “como um recurso didático mediador em práticas de ensino [...] e propõe sugestões de práticas de ensino mediadas por meio da utilização de recursos e funcionalidades de um celular” (*apud* RIBAS, 2012, p.13).

Costa (2013) apresenta dados da Unesco (2013), informando que o fato de proibir o uso do celular nas escolas não impede os estudantes de o utilizarem. Pelo contrário, “as escolas deveriam aumentar a consciência do aluno sobre o uso de celular de forma segura e evitar os perigos inerentes de acesso aberto à comunicação e informações, inclusive sobre o uso e dependência de internet.” (COSTA, 2013, p. 49).

Kolb (2008) traz resultados de uma pesquisa desenvolvida por Gilroy (2004), a qual constatou que quase um terço dos estudantes universitários jogavam games ou escreviam

mensagem de texto em seus telefones celulares durante a aula. Estes fatos são suficientes para Gilroy (2004) ser favorável à proibição dos celulares das aulas. Kolb (2008) afirma que o problema inicia com a desmotivação dos estudantes e que a distração não é culpa unicamente dos celulares, pois com papel e caneta é possível distrair-se comunicando com recadinhos e qualquer evento pode chamar a atenção um estudante desmotivado.

Acreditamos que é importante fazer uso do celular para promover atividades mais produtivas durante as aulas. Outro fator importante é a facilidade de enriquecer novas formas de aprendizagem e novas formas de trabalhos colaborativos. Não obstante, Duda e Silva (2015a) afirmam que, diante da grande quantidade de dados e informações acessíveis, emerge como um desafio para o professor aproveitar essas informações e tecnologias em favor do ensino.

Nossa experiência docente retratou que a utilização das TIC favorece a interação com os estudantes e possibilita novas formas de aprendizagem. Além das possibilidades de pesquisas na internet e outras atividades online, que tem sido a maior utilização de TIC nas escolas (FREDERICO; GIANOTTO, 2013), acreditamos que é possível potencializar seu uso no ensino com softwares, jogos, simulações, *Apps*, etc.

Os *Apps* (aplicativos para celular/*smartphone*) ainda tem o seu uso pouco explorado para as atividades de ensino. No ensino de Física há poucos deles disponíveis, sendo a maioria voltada para a execução de cálculos, soluções de equações matemáticas ou leituras de material instrucional. Não foram encontrados *Apps* que tenham a função de alterar a dinâmica de ensino e promover o engajamento dos estudantes (busca realizada na *Play Store* em 01/12/2015).

No entanto, mesmo sendo poucos os *Apps* disponíveis ou que sejam adequados ao trabalho do professor, experiências tem mostrado que a construção de *Apps* para atividades escolares é um caminho viável (DUDA; SILVA, 2015a; 2015b) inclusive para estudantes da Educação Básica. Nestes trabalhos citados acima, foram construídos *Apps* por estudantes de ensino médio em uma escola técnica federal para auxiliar na compreensão de cálculos nas aulas de Matemática. Os resultados mostraram que a construção de *Apps* para efetuar cálculos auxilia na compreensão da linguagem e na organização do pensamento algébrico dos estudantes. Outra conclusão dos autores é que este processo pode ser utilizado como instrumento de avaliação na disciplina de matemática, pois para elaborar o *App* o estudante precisa conhecer profundamente o objeto de estudo (*idem*).

Durante as aulas, nas atividades de resolução de problemas nos moldes de PI, a votação na resposta correta pode ser realizada com um *App* e enviada eletronicamente ao professor, tornando-a mais prática e eficiente em relação ao uso de cartões-respostas. Dessa forma,

acreditamos que a utilização de um *App* para votação, durante as aulas, pode potencializar o envolvimento dos estudantes nas atividades, facilitar o envio das respostas ao professor e o arquivamento dessas respostas, além da utilização de uma tecnologia (*smartphone*) que é uma ferramenta ainda sem aplicação nas situações formais de ensino nas escolas que frequentamos.

Quando mencionamos o uso de telefone celular ou *smartphone* em situações de aula, nossos estudantes indicam que sua utilização é importante para a substituição da calculadora, demonstrando que desconhecem as demais potencialidades do aparelho.

Em uma pesquisa na qual foram utilizados os recursos do telefone celular como ferramentas para o ensino de Física, Ribas (2012) concorda que a escola precisa atualizar-se e ter as novas tecnologias como aliadas para a aprendizagem. De acordo com o autor, a importância estaria em oportunizar para os estudantes a possibilidade de aprenderem cada um no seu próprio ritmo e tempo, de acordo com os seus interesses. Ou seja, “adotar abordagens pedagógicas diversificadas; ampliar as opções de aprendizagem tornando-as mais desafiadoras e significativas; possibilitar aos estudantes o conhecimento mais profundo de assuntos e apoiar a sua autoaprendizagem [...]” (ibid., p.28).

2.4.2 Mediação de App

“*App*” é a uma abreviação da palavra “*application*”, do inglês, que significa aplicativo, programa, software. Esta definição pode ser considerada genérica se consideramos que existem *apps* para celulares, *tablets*, navegadores e até mesmo sistemas operacionais de *desktop*. (<http://www.telefonescelulares.com.br/o-que-e-app/>, acessado em 31/01/2016). Neste trabalho usaremos a palavra *App* para nos referirmos apenas aos aplicativos para celulares¹.

Os aplicativos, assim como a maioria das TIC, tem potencial para utilização em sala de aula e além dela. A possibilidade de estudos fora da sala de aula é um recurso que fortalece a aprendizagem, a autonomia e conduz a ter hábitos de estudos. Também é possível manter contato com colegas e executar trabalhos colaborativos.

Entendemos que a utilização de dispositivos móveis para as votações em sala pode trazer agilidade na votação, no tratamento, arquivamento e compartilhamento dos dados, e ser

1 *App* é um *software* desenvolvido para ser instalado em um dispositivo eletrônico móvel, como um PDA, um telefone celular, um *smartphone* ou um leitor de MP3. Este aplicativo pode ser instalado no dispositivo ou baixado pelo usuário através de uma loja on-line, tais como Google Play, App Store ou Windows Phone Store. Fonte Wikipédia. Disponível em https://pt.wikipedia.org/wiki/Aplicativo_m%C3%B3vel. Acessado em 31/01/2016.

uma ferramenta divertida, que viabilize formas de trabalho as quais não seriam possíveis caso as votações fossem com cartões de resposta. Destacamos a confidencialidade das respostas, de forma que um estudante não tenha chances de ter sua resposta influenciada pela escolha do colega.

Duda e Silva (2015a) comunicam o resultado de um trabalho com estudantes de ensino médio na produção de um App que envolve cálculos matemáticos, mostrando que é possível a utilização de *smartphone* nos processos de aprendizagem, desde que o professor esteja disposto a inovar nas aulas. As vantagens apresentadas pelos autores na construção do App com os estudantes são: estimular o desenvolvimento do pensamento algébrico, desenvolver habilidades referentes ao uso da linguagem algébrica, estruturar logicamente o pensamento e contextualizar o uso da álgebra em tecnologia (*idem*).

Nesse sentido, estamos alinhados à ideia de que a utilização de App em sala de aula pode trazer avanços nas relações de aprendizagem, alterando as relações entre os sujeitos e destes com o conteúdo de estudos. Não temos a pretensão de construir um App nas aulas, mas sim desejamos utilizá-lo como sistema de votação nas respostas.

Fazer atividades com o App favorece o desvelar desta tecnologia, uma oportunidade para a discussão sobre sua utilização. É uma oportunidade de desvelar o uso desta tecnologia, de modo que os estudantes superem o que Miquelin (2009) chama de usuários-leigos, ou seja, os que utilizam a tecnologia sem ter noção das suas implicações. E esta ausência de conhecimentos e criticidade encaminha o usuário-leigo ao uso cego da tecnologia, sem um mínimo de percepção.

Ter conhecimentos e consciência sobre os fenômenos técnicos e científicos parecem ser imperativos da vida moderna (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003), – assim como saber utilizá-las em favor de melhorias das nossas atividades cotidianas. Acreditamos que determinados entendimentos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) posicionam, ao cidadão, vantagem em relação aos demais, possibilitando uma melhor leitura do mundo em que vive, tornando-se crítico e capaz de interferir nestas relações.

Vicente (2005) relaciona que o fracasso na compreensão da tecnologia dá lugar à alienação e os seres humanos, que são capazes de fazer coisas notáveis, perderão suas capacidades de fazer suas coisas como fazem. Ou seja, a falta de compreensão da tecnologia conduz à alienação e segmenta a capacidade de produção e inovação do ser humano.

Segundo este autor, é importante estabelecer uma visão holística da tecnologia, ou seja, considerar suas partes constituintes e suas implicações. É o que o autor chama de abordagem Humano-tecnologia. Esta abordagem visa compreender a relação do homem com a tecnologia,

tendo como princípio que as necessidades humanas ou societárias são as que devem preceder à invenção das tecnologias, e não o contrário. As tecnologias devem ser planejadas para que tenham a função de facilitar a vida do homem e serem de fácil operação. Entretanto o autor cita que muitas tecnologias criadas não trazem esses benefícios podendo, inclusive, ser dificultadoras da nossa vida.

Acreditamos que é importante deixar claro que não pretendemos favorecer um ensino centrado unicamente na tecnologia, como os tecnófilos (POSTMAN, 1994) que, de acordo com o autor, tecnófilos são admiradores das tecnologias, sujeitos que só veem os benefícios e não se importam com os resultados negativos, ou seja, com aquilo que a tecnologia poderá alterar ou desconfigurar, vendo-a sem defeitos e não se preocupando com o futuro. Pretendemos utilizar a tecnologia de forma consciente, descobrindo novas possibilidades para seu uso didático. Para isso, faz-se necessária uma breve discussão a respeito do uso consciente das tecnologias na sociedade com nossos estudantes.

Postman (1994) defende que a educação deve se estabelecer de forma a possibilitar que os estudantes possam adquirir conhecimentos e criticidade a respeito das tecnologias. Estas atitudes devem, segundo o autor, orientar as pessoas para tomarem decisões conscientes sobre questões da tecnologia. É possível encontrar em Postman (1994), inclusive, a defesa ao ensino da história e filosofia das disciplinas curriculares, bem como o ensino da história da tecnologia que

tanto como a ciência e a arte, produz parte de história do confronto da humanidade com a natureza e, de fato, com nossas próprias limitações. É importante que se mostre aos estudantes, por exemplo, a relação entre a invenção dos óculos no século XIII e as experiências e a junção dos genes no século XX. [...] Resumindo, precisamos de estudantes que compreendam as relações entre nossas técnicas e nossos mundos social e psíquico, de modo que possam iniciar conversas informadas sobre aonde a tecnologia está nos levando e como. (p.203)

Diante do exposto, acreditamos no potencial da mediação de um App no ensino de Física, prevendo que nossos estudantes ficarão surpresos com a novidade e terão novo entusiasmo para testar os seus aparelhos como ferramentas de ensino. Com isso, pretendemos fortalecer as atividades de ensino enfrentando as dificuldades já elencadas: desmotivação, baixo aproveitamento escolar, evasão e repetência.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa é qualitativa e caracteriza-se, de acordo com Gil (2002), como sendo exploratória e explicativa. É exploratória uma vez que objetiva testar hipóteses para resolver o problema. É explicativa já que tem a preocupação de identificar os fatores que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (GIL, 2002). É pesquisa aplicada, pois será desenvolvida em sala de aula visando contribuir para resolver problemas oriundos do cotidiano escolar.

Construímos hipóteses a partir do levantamento da problemática, buscando na revisão bibliográfica as possibilidades para solução do problema de pesquisa. Após, empreenderemos esforços na execução das possíveis soluções da problemática preocupados não somente com os resultados finais, mas também com a importância dos processos (meios) em que ocorrerem.

Utilizaremos a Pesquisa Ação (PA) – também chamada de Investigação Ação (IA)- como guia metodológica para a pesquisa já que estamos investigando nossa própria prática escolar. Esperamos vivenciar as fases da PA - planejamento, ação, observação e reflexão- para, durante as aulas, executarmos as tentativas de solução do problema. Também almejamos replanejar as aulas para melhorá-las em nossas atividades futuras.

3.1 PESQUISA AÇÃO

A Pesquisa Ação (PA) é um processo de busca de conhecimento onde o professor pesquisador tem como objeto de pesquisa a sua prática. Inicia-se a partir da observação de um problema que emerge do cotidiano do pesquisador, objetivando resolver problemas e propor caminhos para mudanças na prática.

De acordo com Kemmis e Mactargat (1998), a Pesquisa Ação “é uma forma de indagação introspectiva coletiva empreendida pelos participantes em situações sociais com o objetivo de melhorar a racionalidade e a justiça das suas práticas sociais ou educativas, assim como sua compreensão dessas práticas e das situações em que essas tem lugar.” (p.9)

A Pesquisa Ação teve origem nos trabalhos de Lewin, publicados em 1946 e 1952, “... com dinâmicas de grupos, no sentido de integrar as minorias, especialmente as étnicas, à sociedade nos Estados Unidos da América.” (DE BASTOS; GRABUSKA, 2001, p.9). Desde então, essa proposta desenvolveu-se na Grã-Bretanha e nos países escandinavos (THIOLLENT; COLETTE, 2014). “Atualmente a pesquisa ação e a pesquisa participante existem de forma diversificada, com várias tendências e tipos de proposta bastante distantes, ou até divergentes...” (Idem, p.209), onde se pode localizar a pesquisa ação educacional e a pesquisa ação participante, que serão utilizadas neste trabalho.

A Pesquisa Ação Educacional (PAE) é um processo de constante indagação sobre o que acontece em sala de aula, na tentativa de resolver os problemas que emergem do cotidiano. É vivida em ciclos da espiral lewiniana de planejamento, ação, observação e reflexão mostrados na figura 3, a seguir.

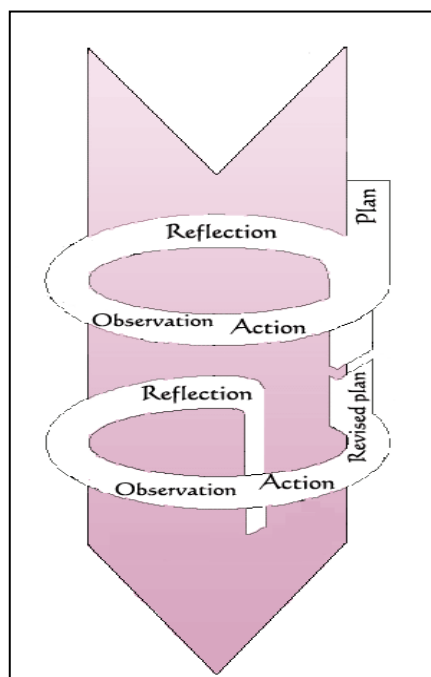


Figura 3 - A espiral de ciclos lewiniana.
Fonte: Kemmis e Mactarggat (1998, p.16)

Estes ciclos se complementam com a reflexão. Na prática docente, este é o momento em que a aula (contemplando as atividades de leitura, resolução de problemas, explicações, etc) será replanejada para posteriormente ser aplicada. Quando há o retorno ao planejamento, fecha-se o ciclo da espiral autorreflexiva lewiniana.

Um programa de PAE exige do professor um olhar crítico, reflexivo e apto a mudanças na sua prática. É preciso estar motivado para investigar a fundo os vários itens que compõem a prática escolar, inclusive a sua própria postura. De acordo com Thiollent e Colette (2014, p.213)

... o docente desempenha um papel de pesquisador sobre: o conteúdo do ensino; o grupo; a didática; a comunicação; a melhoria da aprendizagem dos estudantes; os valores da educação; e o ambiente em que esta ocorre. O professor-pesquisador tem autonomia. Seu ensino está embasado em pesquisa e não em conhecimentos prontos, codificados em material de instrução.

Amplia-se, dessa forma, a importância da autonomia para o trabalho docente, fundamental para que ocorram mudanças ao mesmo tempo em que se exige que o professor pesquise, inove e busque novos métodos e materiais de instrução. “A reelaboração crítica do conhecimento escolar é um dos pontos fundamentais da PAE, pois o professor, ao refletir sobre

o seu trabalho, cria elementos para melhorá-lo e transformá-lo” (SEGAT; GRABAUSKA, 2001, p.28)

Uma parte importante da PAE reside em possibilitar que o professor mude a sua prática, considerando as reflexões críticas que ocorrem durante o processo. Conforme de Bastos e Mion (2001), numa reflexão sobre como investigar a própria prática,

Ao pesquisar a prática educacional, fazendo uma reflexão, passamos a ter percepção de como ela ocorre, podendo redirecioná-la. Refletimos sobre a prática, no sentido de julgá-la, e assim, procuramos práticas e atitudes. Agir, ao mesmo tempo que se investiga a prática educacional, é viver e construir a cidadania plena. Ao viver este processo auto-reflexivo, nos conscientizamos das nossas limitações e também de que somos sujeito da ação e que, por isso, tomamos consciência do poder que temos em relação ao rumo que podemos dar às mesmas para transformar essa prática educacional. (p.32)

Partimos das ideias dos autores e da experiência escolar para assumirmos que a PA coloca o professor como investigador da sua prática, buscando a união entre a teoria e a prática – por isso, muitas vezes, aparece associada ao termo práxis de Paulo Freire. Entendemos que sua importância reside na busca constante por novos procedimentos, métodos e materiais, visando melhorias na prática docente. Utiliza-se a teoria para embasar os enfrentamentos da prática, norteando as ações e decisões, pensando a Educação como sendo fonte de criação e transformação inesgotável.

As transformações que citamos podem ser atingidas com uma reflexão crítica de todo o processo. Esta será realizada pelo próprio sujeito (professor), a sua autorreflexão, e incorporada no planejamento das ações futuras. Utilizam-se as discussões atuais para melhorar a prática futura. Nesse sentido, a PA é uma importante ferramenta para a formação e aperfeiçoamento dos fazeres docentes.

Kemmis e Mactarggat (1998) citam as possibilidades de trabalhar com a Pesquisa ação na educação, como uma forma de melhoria da prática como fonte de conhecimento, uma vez que proporciona “[...] um procedimento concreto para traduzir ideias em desenvolvimento a uma ação criticamente informada e para lograr um aumento da harmonia entre as ideias educativas e a ação educativa” (p.12)

3.1.1 As Fases da Pesquisa Ação

O planejamento é a previsão da ação, elaborado objetivando a resolução de problemas. É quando apostamos nossa experiência e dedicação para buscar soluções. A ação é a execução do planejamento. É onde as ideias são postas em prática planejada e deliberadamente guiada

pela racionalidade do planejamento.

A observação tem a função de registrar todas as atividades que ocorreram durante a ação. Deve ocorrer de forma que se constitua uma base documental para uma reflexão posterior (KEMMIS; MACTARGGAT, 1998). Nesse momento, é importante fazer um registro das atividades, o qual deve ser fiel aos acontecimentos, podendo-se utilizar anotações (diários, cadernos de registros, etc) ou gravações de áudio ou áudio e vídeo.

A reflexão é a análise crítica de como ocorreram a ação e o planejamento. É um processo de introspecção que objetiva a reconstrução das etapas anteriores guiando para um novo (re)planejamento da ação. A reflexão pode ser individual ou coletiva, dependendo do contexto do trabalho. Dessa forma, podemos organizar as quatro fases da Pesquisa Ação com o seguinte esquema, na figura 4:

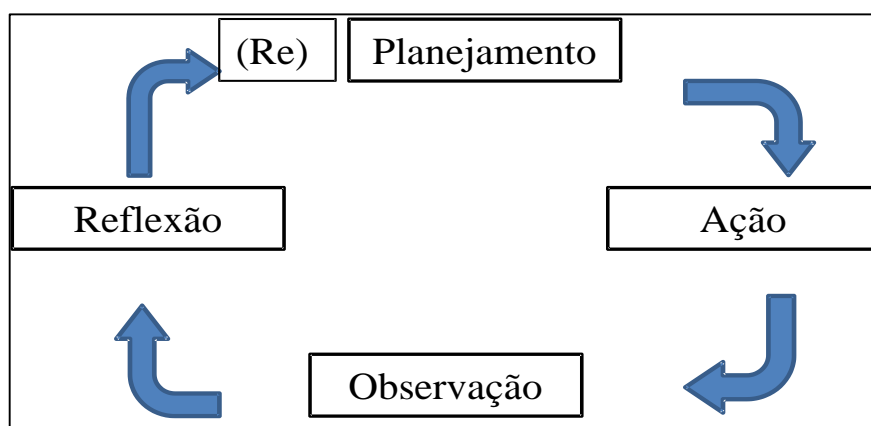


Figura 4 - Um esquema das fases da Pesquisa-Ação
Fonte: autoria própria

3.1.2 A *Tabla de Invención*

Para coleta e análise dos dados utilizaremos a construção de uma matriz, a “*tabla de invención*” adaptando a proposta por Kemmis e Mctaggart (1998, p.196), que será utilizada como ferramenta de análise das situações educativas, guiando nossa pesquisa.

A construção da matriz foi elaborada por quatro elementos principais que orientam a pesquisa: estudantes, professor, App e as estratégia de ensino (PI e JiTT), dando ênfase às inter-relações entre os 4 temas.

Tabela 1 - adaptação da “*Tabla de Invención*” (KEMMIS, McTAGGART, 1998, p. 126) para esta pesquisa.

	A) estudantes	B) professor	C) <i>App</i>	D) Estratégias de ensino (<i>PI</i> e <i>JiTT</i>)
1. Estudantes	Como os estudantes interagem entre os pares?	Como os estudantes interagem com o professor?	Qual a percepção dos estudantes em relação ao <i>App</i> ? Como o <i>App</i> favoreceu a aprendizagem? Qual a sua relação com o <i>App</i> ?	Como os estudantes utilizaram o <i>PI</i> e o <i>JiTT</i> na aprendizagem e para pesquisar algo a mais? (ir além) Qual foi a relação deles com as estratégias de ensino?
2. Professor	Houve melhorias no relacionamento professor-aluno? Como?	O uso do <i>App</i> favorece o trabalho do professor?	Qual a relação do professor com o <i>App</i> ?	Qual a relação do professor com o <i>PI</i> e <i>JiTT</i> ?
3. <i>App</i>	Como o <i>App</i> favorece o trabalho dos estudantes?	Como o <i>App</i> favorece o trabalho do professor?	Como o <i>App</i> pode ser alterado ou melhorado para ter melhores resultados ou facilidade de uso?	Como o <i>App</i> poderia ser melhor ajustado ao <i>PI</i> e <i>JiTT</i> ?
4. Estratégias de ensino (<i>PI</i> e <i>JiTT</i>)	Como o <i>PI</i> e <i>JiTT</i> favoreceram a aprendizagem dos estudantes?	Como as estratégias de ensino favorecem o trabalho docente?	As estratégias de ensino são eficazes com o uso do <i>App</i> ?	Como o uso das estratégias de ensino podem ajustar-se para resultar em um trabalho educativo mais eficiente?

Fonte: adaptado de Kemmis e McTaggart (1998), p. 126

De acordo com Miquelin (2003, p.8): “Para preencher a matriz, os professores-investigadores ativos devem primeiro se perguntar: quais são os participantes da investigação? Qual é o tema ou problema de estudo? Em qual contexto será desenvolvido o projeto?” Para nossa pesquisa consideramos:

- Estudantes: alunos de ensino médio na escola escolhida.
- Professor: docente da disciplina de Física na turma escolhida e autor desta pesquisa.

- App: aplicativo para *smartphones* utilizado na resolução de testes conceituais.
- Estratégias de ensino: *Peer Instruction* e *Just-in-Time Teaching*.

Durante e após as aulas, amparados pelos registros das observações, buscamos as repostas para as perguntas da matriz como forma de coleta e discussão dos dados. Por isso é importante que as perguntas estejam formuladas de forma a propiciar uma investigação crítica.

3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para coleta dos dados, o pesquisador utilizou-se de fotografias da sala de aula, de anotações em um diário de campo e de imagens (*prints*) da tela dos aplicativos nos smartphones dos estudantes e do notebook do professor. No diário de campo, foram anotadas as falas dos participantes nas aulas e as observações do professor. Os fatos foram anotados neste diário concomitantemente ao acontecimento ou logo após as aulas, para registrar os dados que seriam analisados posteriormente. É o momento de reflexão, conforme rege a Pesquisa Ação. Também são apresentadas imagens da tela do aplicativo, *prints* de tela do painel administrativo do App e dos resultados das votações.

3.3 DELINEAMENTO

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública de EJA - ensino médio do município de Laranjeiras do Sul-PR em que, enquanto docente, detectamos a problemática da desmotivação para aprender, evasão e repetência escolar. O período de aplicação foi no início do segundo semestre letivo do ano de 2016.

Esta escola escolhida se localiza na região central da cidade e recebe estudantes de todo o NRE, atendendo a mais de 500 estudantes, divididos nos períodos vespertino e noturno neste estabelecimento e em APED em outros locais. A oferta de EJA ocorre nas modalidades individual e coletiva. Funciona em um prédio alugado, contendo: 13 salas de aula, 1 laboratório de informática – que também é sala de aula, então para utilizá-lo é necessário trocar de sala com a turma – não há quadra de esportes, os materiais da biblioteca estão dispostos no saguão, por falta de espaço e não há laboratório para a realização de atividades experimentais. O prédio é adaptado atendendo às exigências atuais de acessibilidade. Há rede *wifi* com conexão à internet por quase todo o prédio da escola.

Este projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná sob nº 56770116.5.0000.5547 e aprovado sem

restrições em 07/07/2016. O projeto também obteve autorização da SEED-PR para sua execução em sala de aula, através do processo protocolado sob nº 14.134.846-9, sendo que o termo de consentimento livre e esclarecido encontra-se no Apêndice A.

Foram ministradas 12 horas-aulas de Física, presenciais e durante os horários regulares, para estudantes matriculados na turma de Física de ensino médio, na modalidade coletiva, detentora das problemáticas descritas na introdução deste trabalho. A turma era composta por 22 estudantes sendo que a maioria apresentou baixa frequência escolar. No total tivemos a participação de apenas 16 estudantes. As aulas aconteciam às segundas e terças-feiras, das 18h50 às 20h30.

Os conhecimentos de Física estudados neste período encontram-se descritos na tabela 2, a seguir.

Tabela 2: Conhecimentos de Física estudados nas aulas

Aulas	Tema
1 ^a	Introdução ao estudo da Física no EM
2 ^a	Introdução ao estudo da Cinemática
3 ^a	Velocidade e MU
4 ^a	Aceleração e MUV
5 ^a	Queda livre
6 ^a	Avaliação

Fonte: autoria própria

As aulas foram organizadas de acordo com os 3 momentos pedagógicos de Angotti e Delizoicov (1994), que são: a Problematização Inicial (PrI), a Organização do Conhecimento (OC) e a Aplicação do Conhecimento (AC). Na Problematização Inicial, que marca o início da aula,

[...] apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém. (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 620).

O professor lança perguntas que podem desafiar os estudantes a perceberem que seu conhecimento prévio possui limitações e, por isso, precisam adquirir conhecimento novo, especializado, para conseguir responder à PrI. Por isso é importante que as questões tenham

significado para os estudantes e também tenham relações com alguma situação ou fenômeno com que os estudantes tenham relação.

Na Organização do Conhecimento (OC) é o “[...]momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados.” (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 620). É a aula propriamente dita, onde ocorre a explanação dos conteúdos, as discussões, perguntas, dúvidas, etc, em que o professor apresenta o conteúdo novo.

A Aplicação do Conhecimento é o

[...] momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 620)

Nesta etapa, podem ser incluídas a resolução de problemas, testes, questões, de forma a verificar e aprofundar a compreensão sobre o conhecimento.

As faixas etárias dos estudantes desta turma estão representadas na tabela 3. Esta tabela mostra que maioria dos estudantes são jovens – 56% têm até 25 anos. Em conversas durante as aulas, detectamos que todos estão inseridos no mercado de trabalho e que a maioria deles é o responsável pela manutenção financeira da sua família. Grande parte das ausências nas aulas foram explicadas pela dificuldade de conciliação dos horários de trabalho ou família com as aulas.

Tabela 3: as faixas etárias dos estudantes desta turma

Faixa etária	Estudantes
18 - 25	9
26 - 33	5
34 - 40	0
Acima de 40	2
Total	16

Fonte: autoria própria

Mesmo com alguns entraves, como os citados acima, todos os estudantes demonstraram a intenção de concluir com êxito o ensino médio e ingressar em outros cursos, principalmente no ensino superior. As intenções de cursos citados com a sua respectiva frequência foram: Administração (2), Docência (1), Educação Física (1), Enfermagem (1), Engenharia Elétrica (1), Filosofia (1), Gestão Pública (1), História (1), Informática (1), Jornalismo (1), Massoterapia (1), Moda (1), Música (1), Pedagogia (1), Psicologia (2) e indeciso

ou qualquer curso (1). Houve estudantes que informaram mais de uma opção, por isso a quantidade de cursos informados é maior que o total de estudantes.

Para a coleta e análise dos dados foram utilizadas a Pesquisa Ação e a *Tabla de invención* (KEMMIS; McTAGGART, 1998) constante na tabela 1. As respostas às questões propostas na *tabla* dão subsídios para a coleta e análise dos dados. Fizemos as observações durante as aulas através de registros em um caderno de anotação, imagens das atividades dos estudantes e anotamos suas falas durante a realização das tarefas.

3.4 PRODUTO

Como produto desta pesquisa, foi elaborado pelo pesquisador, em parceria com um profissional da área de Informática, um aplicativo para *smartphones*, chamado de PInApp. A função deste App é auxiliar na resolução e envio das respostas dos TC ao professor. Este processo pode ser chamado de sistema de votação, onde os estudantes “votam” na resposta correta.

Este App para votação foi desenvolvido para *smartphones* que possuam o sistema operacional *Android*. Seu nome, PInApp, surgiu da junção das palavras *Peer Instruction* e *App*. É um aplicativo para *smartphone* que foi distribuído gratuitamente e tem potencial para o envio de respostas dos testes conceituais em um sistema de votação durante as aulas.

Ao resolver um teste conceitual (TC), nos moldes do PI, os estudantes resolvem problemas individualmente e em grupos e informam suas respostas por algum sistema de votação. Primeiramente resolvem o TC individualmente e, em seguida, discutem em pequenos grupos sobre a resposta correta do mesmo TC e votam novamente. As votações podem ser por cartões respostas, levantar as mãos, entre outros, ou sistemas eletrônicos como dispositivos que operam por radiofrequência (*clickers*), formulários via internet, etc.

A vantagem de um sistema eletrônico é a facilidade de armazenamento e tratamento dos dados, assim como o fato de o professor ter disponível, em tempo real, as respostas para tomar decisões sobre a sequência da aula. Uma destas decisões pode estar relacionada com o tempo de duração da votação, que poderá ser modificada pelo professor, de acordo com a necessidade.

Miller *et al.* (2014), recomendam que o professor encerre a questão assim que cerca de 80% dos estudantes tenham votado pois, a partir de então, há um aumento nas respostas por adivinhação, não sendo produtivo postergar seu encerramento.

E esta é uma conclusão obtida após estudos sobre os dados das votações que só foram possíveis devido a utilização de sistemas eletrônicos que registraram e armazenaram esses

dados. Com sistemas de votação manuais não seria possível tal minuciosidade.

Os sistemas manuais têm baixo custo de operação que facilitam sua inserção. No entanto, perdem para os sistemas eletrônicos pela facilidade destes em possibilitar o tratamento e arquivamento destes dados, e o acompanhamento em tempo real das respostas que permitem ao professor tomar decisões imediatamente (MILLER *et al.*, 2014). Neste aplicativo, é possível determinar o tempo em que a questão estará disponível para ser respondida.

Com o PInApp o professor recebe as respostas em seu *notebook* através de conexão *wifi* como os *smartphones*. Assim, tem a possibilidade de liberar o início do envio das respostas e também o seu término, flexibilizando a duração e alinhando-se com o tempo de votação que se apresentar mais eficiente na busca pela resposta correta ao TC.

Na Figura 5, tem-se a tela de acesso à interface ou painel administrativo do App; o professor acessa-a em seu *notebook* por um navegador de internet (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, etc), digitando na barra de endereços: localhost/app. Nesta figura, o acesso foi obtido pelo navegador Google Chrome.

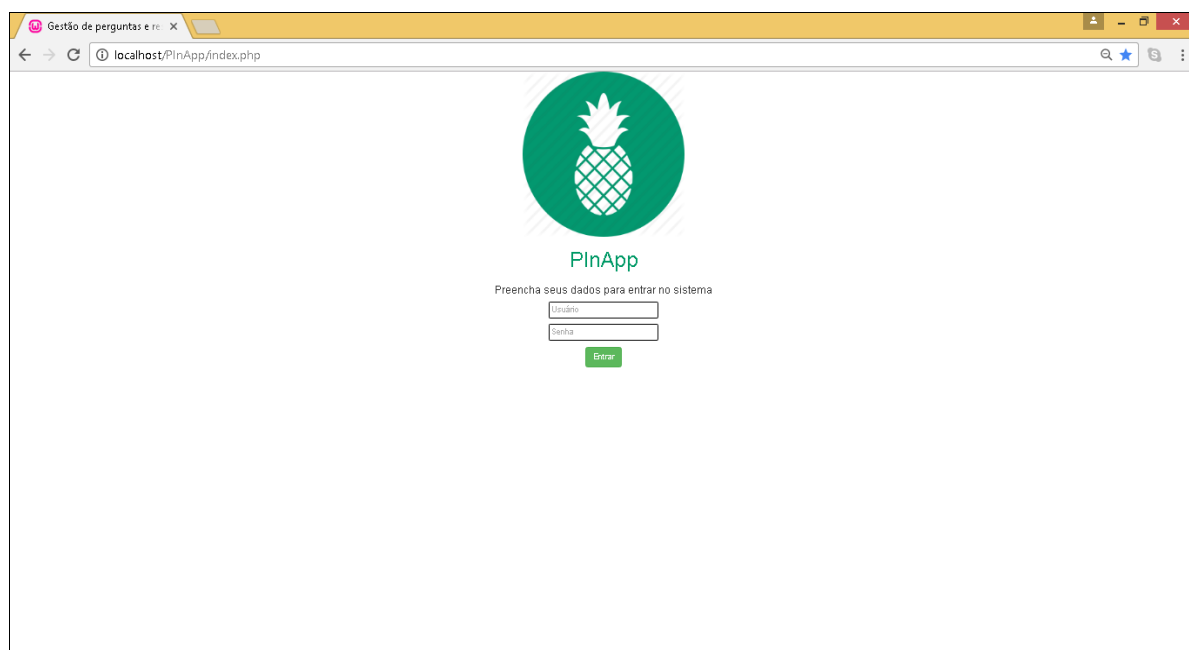


Figura 5 - Tela de acesso ao painel administrativo do PInApp
Fonte: autoria própria

Na Figura 6 tem-se a tela principal ou painel administrativo do PInApp com as funções utilizadas.

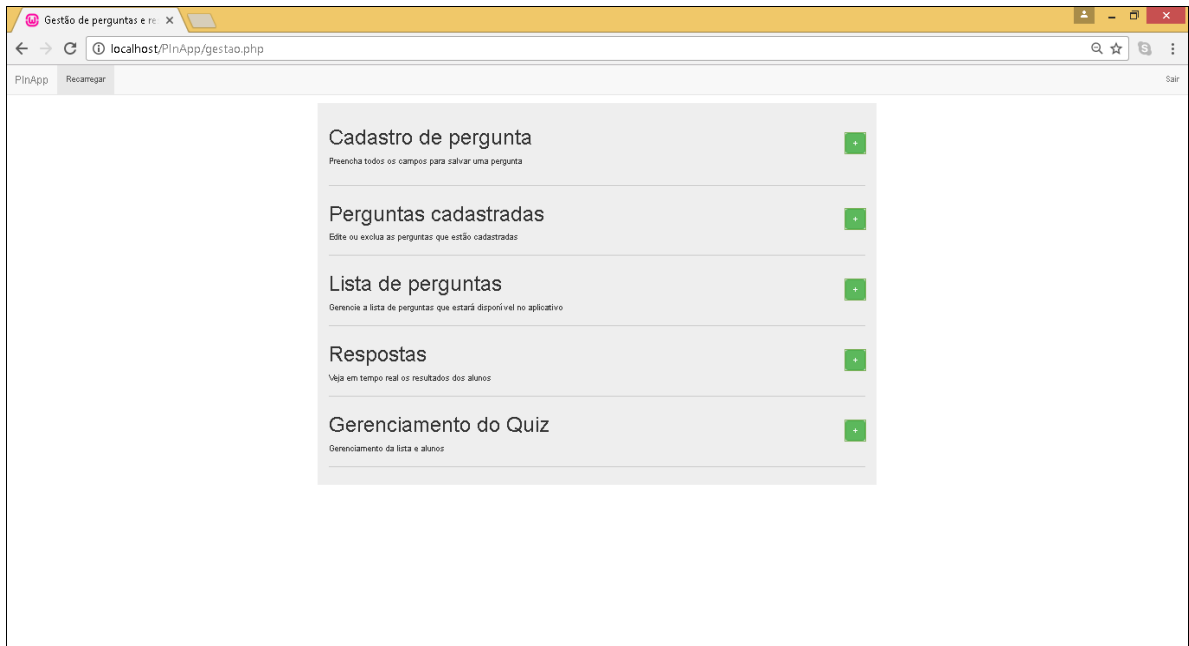


Figura 6 - Tela inicial do PInApp: o painel administrativo
Fonte: autoria própria

Na Figura 7, acessamos a função “cadastro de pergunta”, onde se inserem o enunciado, as alternativas de respostas e indica-se qual é a alternativa correta da questão. Depois de cadastrada e salva, a questão fica armazenada em “Perguntas cadastradas”.

Cadastro de pergunta -

Preencha todos os campos para salvar uma pergunta

Pergunta

Alternativas (Selecione a correta)

Alternativa A

Alternativa B

Alternativa C

Alternativa D

Alternativa E

SALVAR PERGUNTA

Perguntas cadastradas +

Edite ou exclua as perguntas que estão cadastradas

Lista de perguntas +

Gerencie a lista de perguntas que estará disponível no aplicativo

Respostas +

Veja em tempo real os resultados dos alunos

Gerenciamento do Quiz +

Gerenciamento da lista e alunos

Figura 7 - Tela para o cadastro dos testes conceituais no PInApp
Fonte: autoria própria

Das perguntas cadastradas, escolhem-se as que serão disponibilizadas para os estudantes nas aulas, adicionando-as à “Lista de perguntas”. Para este procedimento é necessário ir às perguntas cadastradas, encontrar a questão e clicar em “adicionar à lista”. Nesta opção também há a possibilidade de fazer alterações na questão e nas alternativas de respostas ou excluí-la permanentemente da interface. Este procedimento pode ser realizado conforme mostrado na figura 8, a seguir.

Cadastro de pergunta +
Preencha todos os campos para salvar uma pergunta

Perguntas cadastradas -
Edite ou exclua as perguntas que estão cadastradas

Pergunta #26
5.5 - Uma cobra cascavel pode desenvolver um aceleração de 50 m/s^2 durante o bote. Se uma cobra desloca sua cabeça por $0,5 \text{ m}$ durante o bote, calcule o tempo leva para a cobra sair do repouso e atingir a presa.
EDITAR EXCLUIR ADICIONAR À LISTA

Pergunta #25
5.4 Um automóvel, trafega numa rodovia a 90 km/h , quando o motorista avista um sinal de parada, imediatamente acionando os freios a uma taxa de 5 m/s^2 até parar. Calcule a distância percorrida durante a frenagem.
EDITAR EXCLUIR ADICIONAR À LISTA

Figura 8 - Adicionando perguntas cadastradas à lista que será disponibilizada aos estudantes.
Fonte: autoria própria

Ao ser adicionada, a pergunta já é vista em “Lista de perguntas” e esta sequência é que será mostrada aos estudantes. Na Figura 9 pode ser vista a pergunta na lista e o último menu, o “Gerenciamento do Quiz” que permite: liberar a lista de perguntas para os estudantes resolverem, estabelecer o tempo em que as questões ficarão disponíveis para os estudantes, bloquear a lista e desbloquear o acesso dos estudantes. Estas funções podem ser vistas na Figura 9, a seguir.

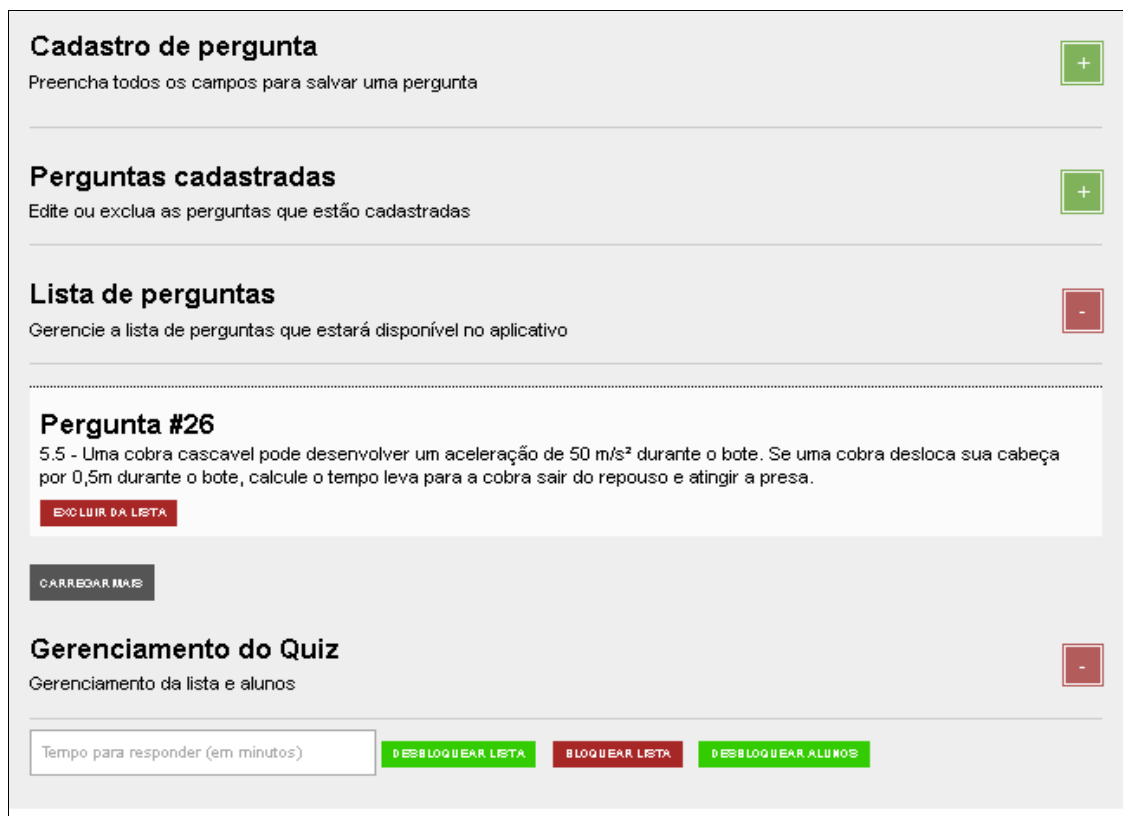


Figura 9 – Os menus: lista de perguntas e gerenciamento do Quiz
Fonte: autoria própria

A conexão de dados entre os *smartphones* dos estudantes e o *notebook* do professor ocorre por rede *wifi* gerada a partir de um roteador *wireless*. Nas Figuras 10 e 11, temos fotografias da montagem dos equipamentos do professor e a disposição destes na sala de aula.



Figura 10 – Fotografia da montagem de roteador e notebook durante as aulas
Fonte: autoria própria



Figura 11 - Fotografia da disposição dos equipamentos na sala de aula
Fonte: autoria própria

A figura 12, a seguir, mostra a logo do PInApp em um smartphone e tela inicial do PInApp disponível para o estudante efetuar seu *login*.

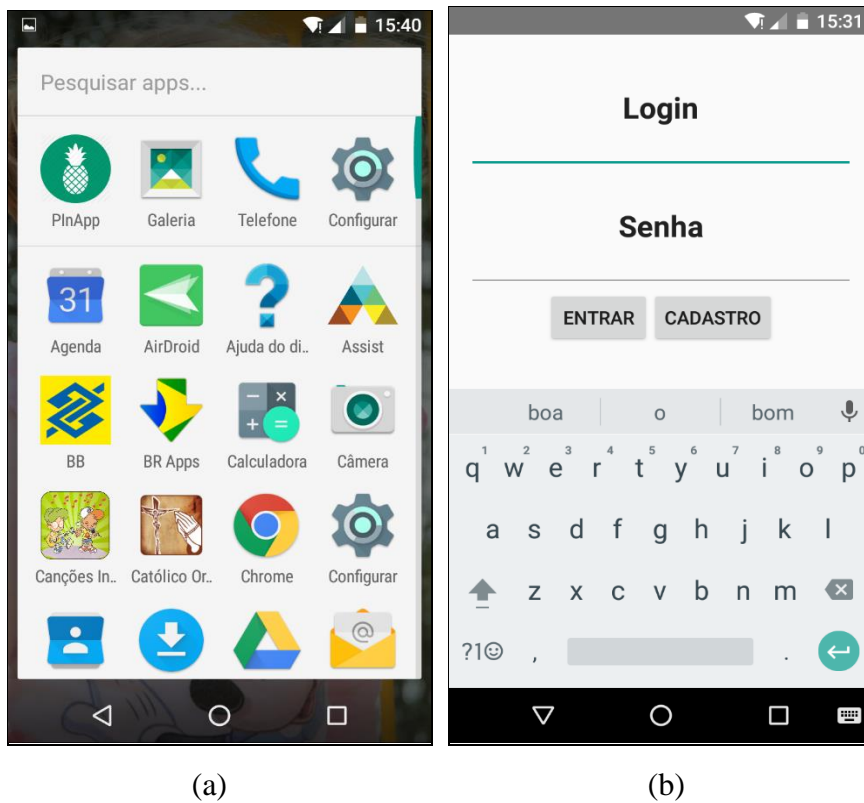


Figura 12 – Acessando o PInApp: em (a) a logo do App e em (b) a tela de *login*.

Fonte: autoria própria

Uma das vantagens do uso deste App é que não requer conexão com internet ou investimento financeiro da escola como ocorre com outros sistemas de votação para os TC, como os formulários eletrônicos, *clickers*, *Poll Everywhere*, *Learning Catalytics*, etc. O uso de recursos tecnológicos que demandam pouco ou nenhum investimento financeiro das escolas é um caminho viável. O PInApp não necessita de conexão com a internet ou rede *wifi* da escola. Isso o torna acessível às escolas, bastando que os estudantes tenham um *smartphone* com sistema operacional compatível.

Pressupomos que o uso do *App* pode interferir positivamente nas aulas, tornando as atividades de responder os TC mais ágeis e confiáveis, conforme preconiza o PI. No entanto, ainda temos dúvidas de como proceder quando algum estudante não possuir o *smartphone*. Uma alternativa é que este resolva o teste e vote juntamente a algum colega, já podendo haver discussão entre os pares durante primeira votação. É possível que a estratégia PI seja potencializada com este trabalho colaborativo.

Esperamos que a utilização do PInApp possa tornar a implementação do PI nas aulas de Física mais produtiva e divertida, e que forneça dados confiáveis sobre o desempenho dos estudantes nas resoluções de problemas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentamos, neste capítulo, o contexto das aulas durante a aplicação da pesquisa, as discussões e os resultados coletados. São descritos todos os encontros com a turma, as observações que o pesquisador considerou como sendo importantes, as regularidades, as irregularidades, entre outras. Para cada aula ministrada, acompanha o plano de aula e as discussões relativas às análises dos dados. As citações de falas diretas dos estudantes foram registradas pelo pesquisador no diário de campo, no momento em que aconteceram.

4.1 O CONTEXTO DAS AULAS

As aulas foram desenvolvidas utilizando-se das estratégias de ensino PI, JiTT e o PInApp. Previamente às aulas, os estudantes recebiam um texto para ser lido com antecedência, com algumas questões que deveriam ser respondidas de acordo com os conceitos presentes na leitura. O conteúdo do texto era composto pelos conhecimentos que seriam estudados na aula seguinte. O professor verificava as respostas das questões no início da aula e então planejava a explanação da aula. No início da aula, após uma breve explanação dos conteúdos, o professor fornecia testes conceituais (TC) para serem respondidos em alguns minutos através do App. Os TC que foram resolvidos no PInApp estão no Apêndice D.

De acordo com as respostas informadas, observando a porcentagem de acertos, o professor podia informar a resposta correta do teste, promover uma discussão em pequenos grupos ou re-ensinar os conhecimentos da aula. Comparamos as votações aos TC antes e após as discussões realizadas entre colegas, buscando, assim, indícios de uma aprendizagem colaborativa. Os resultados estão na descrição das aulas.

4.1.1 Primeira Aula: Recepção e Apresentação

No Quadro 1, a seguir, está descrito o planejamento da aula.

<p>Planejamento da 1ª aula - Duração 100min</p> <p>Tema: Introdução ao estudo da Física no EM</p> <p>Objetivo: Apresentar a disciplina e iniciar o estudo da Física no EM.</p> <p>PrI: O que vocês pensam que é a Física? O que a Física estuda? – 5 min</p> <p>OC:</p> <p>1ª atividade: apresentação dos presentes – 20 min</p> <p>2ª atividade: falar sobre a pesquisa que será desenvolvida; ler e assinar o TCLE. – 20 min</p> <p>3ª atividade: Apresentação do estudo da Física para o ensino médio – 20 min</p>
--

4ª atividade: fazer uma sondagem do perfil dos estudantes e da turma - 15 min

AC: Como eu quero que sejam as aulas de Física? Solicitar que os estudantes respondam em seus cadernos - 15 min

Extras:

Instalar o App nos celulares dos estudantes.

Fornecer TL da próxima aula com o tema: movimento e referencial. – 5min

Ver a disponibilidade de enviar a TL via Whats App Messenger.

Quadro 1 - Planejamento para a 1ª aula.

Fonte: autoria própria

Fez-se a apresentação do pesquisador, da professora regente da classe e dos estudantes. Também houve fala do diretor no início, recepcionando os estudantes, pois foi o primeiro dia de aula da turma. A aula foi iniciada com atraso de 15 min, pois os estudantes chegavam aos poucos.

Nesta aula, cada estudante fez uma breve fala apresentando-se à turma, após as apresentações da professora regente e do professor pesquisador. Em seguida, apresentamos o projeto de pesquisa que pretendíamos desenvolver na turma e explicamos todas as fases que seriam realizadas nas aulas. Foi durante estas falas que obtivemos informações como a idade dos estudantes, conforme a Tabela 2, e quais cursos pretendem realizar após a conclusão do ensino médio.

Detectamos também que a maioria dos estudantes mora na periferia da cidade ou em municípios vizinhos onde não há escolas que ofereçam a modalidade EJA. Os alunos se apresentaram motivados e demonstraram estar acreditando no potencial transformador da escola, embora reconhecendo que possuem limitações e dificuldades em várias disciplinas curriculares, principalmente nas que envolvem cálculos matemáticos. Também informaram a preocupação de estarem há vários anos fora da escola e terem retornado sem ritmo de estudos.

Como era o primeiro dia de aula do semestre e da turma houve, no início da aula, falas da professora regente e da direção da escola. Os termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE) foram lidos, explicados e assinados, sendo que uma cópia do TCLE utilizado encontra-se no Apêndice A.

Após a apresentação dos participantes, foi realizada a apresentação da disciplina por meio de uma pergunta “o que é Física?”. Os estudantes leram um trecho do livro didático sobre a introdução ao estudo da Física e montaram suas respostas, em seguida, discutidas com a orientação do professor.

Fornecemos, então, orientações de como instalar o PInApp nos *smartphones*. Um tutorial fornecido está no Apêndice C. O tutorial foi fundamental para orientar a instalação feita pelos próprios estudantes, já que muitos diziam não saber mexer no aparelho. Ouvimos frases como: “eu não sei mexer, é minha filha que faz tudo pra mim”; de uma estudante (E6) de 41 anos que desconhecia como instalar aplicativos. Percebemos que o fato de eles próprios fazerem a instalação forçou-os a tentar entender as funções do aparelho e prosseguir com a instalação. Após algumas orientações coletivas do professor, a maioria dos estudantes conseguiu instalar e cadastrar-se no PInApp.

Percebemos que durante o processo de instalação, os próprios estudantes problematizaram a quantidade de recursos disponíveis nos aparelhos e a falta de treinamento para operá-los. Uma estudante (E10) disse: “de que adianta um celular com tanta coisa e a gente não sabe mexer nele?”, mostrando sua falta de familiaridade com as funções do *smartphone*. Foi uma problematização do uso do telefone em sala de aula, uma novidade de que os estudantes gostaram.

Em vários momentos desta pesquisa discutiu-se com os estudantes sobre a segurança dos dados pessoais quando se instalam aplicativos que requerem acesso a fotos, chamadas, agenda, localização, etc., e sobre a necessidade dos apps terem ou não acesso a essas informações. Já o PInApp necessita de acesso apenas à conexão *wifi* dos *smartphones*, não há qualquer acesso a outros dados do aparelho ou do usuário. Também houve, em vários momentos, discussões sobre o funcionamento dos aparelhos, como as diferenças entre memória RAM e memória de armazenamento e suas influências no desempenho dos *smartphones*. Acredita-se que neste momento seria proveitosa uma oficina ministrada por profissionais da Tecnologia da Informação sobre a estrutura e funcionamento dos aparelhos, segurança na navegação e na operação, fortalecendo uma alfabetização tecnológica.

Com o auxílio dos professores – já que a professora regente participou da aula- quase todos os celulares dos presentes receberam a instalação do App. Em um aparelho que tinha sistema operacional Windows Phone, não foi possível executar a instalação, pois o PInApp funciona somente em sistema Android. Foi necessário orientar uma aluna sobre como liberar espaço na memória interna do seu aparelho para prosseguir a instalação. Alguns não conseguiram acesso a App Store por dificuldades de conexão com a rede e internet da escola. De 7 estudantes, 4 conseguiram instalar com sucesso.

Após o PInApp instalado, tentou-se fazer votações, mas o App não funcionou. Depois descobriu-se que faltava abrir e iniciar alguns softwares que gerenciam a comunicação do notebook com o App. Por isso, é importante haver um prévio treinamento do professor para

operar o App e o painel administrativo.

Ao final, fornecemos a TL para a próxima aula, a TL1, que se encontra no Apêndice C. A maioria dos estudantes afirmou que só consegue fazer tarefas domiciliares aos finais de semana, pois trabalham durante o dia todo. Então a TL foi lida e estudada por eles na sala, ao final da aula. O pesquisador solicitou que fizessem pesquisa domiciliares na internet, procurando vídeos e/ou simulações sobre o tema da próxima aula (referencial e movimento) e que respondessem as questões da TL.

4.1.2 Segunda Aula: Introdução ao Estudo da Cinemática

No Quadro 2, a seguir, está descrito o planejamento da aula.

Planejamento da 2ª aula - Duração 100min
Tema: Introdução ao estudo da Cinemática no Ensino Médio.
Objetivos: Iniciar o estudo da Cinemática no EM e compreender os conceitos de movimento, repouso, referencial e trajetória.
PrI: O que vocês pensam que é movimento? Como posso afirmar que um corpo está em movimento? 5 min
OC:
1ª atividade: correção e discussão da TL – 10 min
2ª atividade: estudar os conceitos: deslocamento, trajetórias, tempo, etc. - 20 min
3ª atividade: estudar os conceitos: referencial, movimento e repouso; movimento relativo – 25 min
AC: exercícios para resolver no App. 40 min
TL para próxima aula com o tema velocidade.

Quadro 2 - Planejamento para a 2ª aula.

Fonte: autoria própria

A aula iniciou pontualmente, no entanto havia poucos estudantes. À medida em que chegavam, recebiam orientações sobre a pesquisa e a utilização do App nas aulas, seguindo o tutorial de instalação. Ao final da aula, havia 10 estudantes. A metade eram estudantes que não estiveram na aula anterior, por isso foi-lhes explicado a respeito da pesquisa, do App e assinado o TCLE. Fornecemos um TC para ser resolvido no App, para testar o seu funcionamento. A maioria conseguiu cadastrar-se, acessar, resolver o TC e enviar a resposta.

O processo de chegada dos estudantes atrasados, apresentação e explicação da pesquisa e instalação do App, assinar o TCLE consumiu 40 minutos iniciais da aula. Em seguida

verificou-se que apenas uma estudante (E5) respondeu as questões da TL. Suas respostas não estavam corretas, mas foi possível perceber o esforço e o tempo gasto nas tentativas. Então, o professor forneceu um material impresso com mais alguns conteúdos e iniciou-se a discussão sobre os conhecimentos da aula. Os estudantes estavam atentos, mas ainda tímidos nas discussões.

Somente 3 estudantes não conseguiram instalar o App em seus aparelhos: um por não ter acesso à *Play Store* (E9), outra não conseguia finalizar o *download* do gerenciador de arquivos necessário para a instalação do App (E6), e o terceiro, por ter um *smartphone* com sistema operacional Windows Phone (E2). Estes realizaram seus cadastros, acessaram e votaram utilizando um aparelho reserva do professor. Os estudantes estavam interessados em mexer no celular novamente e já se sentiam com mais afinidade com os aparelhos. Não apresentaram medo ou receio de mexer.

Durante a resolução do TC, detectamos alguns pontos positivos do uso do PInApp: cada estudante lê sozinho, da forma como lhe for mais confortável; pode reler sem a interferência do colega, há pouca chance de se copiar a resposta e houve alta concentração para resolução individual. Se fosse TC no papel as distrações seriam mais frequentes. As dificuldades surgiram quando o aplicativo travou várias vezes, quando houve dificuldades com o cadastro, e quando os estudantes estavam sem o app.

Foi possível emprestar um *smartphone* para os estudantes que não tinham o App (E2, E6 e E9), mas isso causou atrasos no andamento da aula. Em turmas regulares, com muitos alunos, é possível que esse fato cause dificuldades à aula, pelas distrações daqueles que aguardam os demais responderem. Ao final, foi distribuída a TL referente à próxima aula.

Na figura 13 pode-se ver o resultado da votação no TC desta aula no painel administrativo do PinApp.

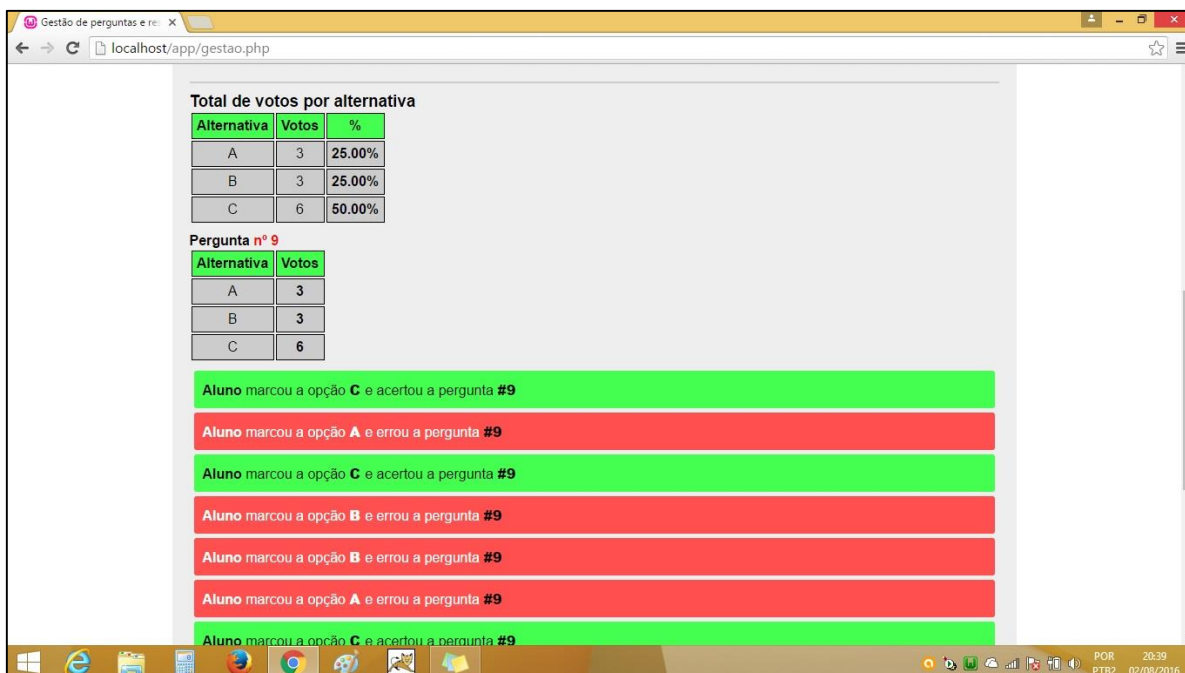


Figura 13 - votação no TC n°9.
Fonte: autoria própria

Nesta votação aparecem 12 respostas, pois alguns estudantes, na incerteza de terem votado ou não, acessaram novamente o PInApp e responderam em duplicidade. Todos acessaram com o *login* “Aluno”, por isso não foi possível identificar quem votou mais de uma vez. Não foi possível o acesso com nome de cada estudante por dificuldades técnicas dos *softwares*.

Devido ao fato de a aula estar finalizada, não foi possível promover a discussão entre grupos conforme prevê o PI. 50% dos votos acertaram a resposta e assim, de acordo com o PI, deveria ser encaminhada a discussão entre os colegas por algum tempo e o TC ser votado novamente. Quando a aula chegou ao final alguns ainda não tinham votado e, com isso, podem ter-se apressado demasiadamente e, então, ter enviado uma resposta incorreta. O TC foi resolvido e explicado no início da aula seguinte.

4.1.3 Terceira Aula: Velocidade e Movimento Uniforme

No Quadro 3, a seguir, está descrito o planejamento da aula.

Planejamento da 3ª aula - Duração 100min

Tema: Velocidade e movimento uniforme

Objetivo: Reconhecer a velocidade em diversos eventos; saber fazer cálculos com a velocidade média.

PrI: O que é velocidade? O que significa dizer: eu tenho velocidade? 5 min

OC:

1ª atividade: discussão sobre o conceito de velocidade com a TL – 20 min

2ª atividade: Diferenciar velocidade média e instantânea - 5 min

3ª atividade: resolver um exemplo no quadro, de movimento e referencial na BR 277 – 10 min

4ª atividade: unidades de medidas: m/s e hm/h e suas transformações – 10 min

4ª atividade: movimento uniforme e suas equações – 10 min

AC: TC para resolver no App. 40 min

TL para próxima aula.

Quadro 3 - Planejamento para a 3ª aula.

Fonte: autoria própria

Nesta aula, os estudantes novamente chegavam aos poucos, atrasando o início da aula. Havia uma estudante que estava iniciando o curso neste dia. Na medida que chegavam, eram instruídos em como atualizar o App. Todos os estudantes mexiam em seus aparelhos tentando configurar a atualização. O professor elaborou no quadro um breve tutorial para atualização, e eles iam seguindo com sucesso. Mesmo as estudantes de mais idade, que afirmaram na primeira aula que não sabiam operar aplicativos, exploraram e conseguiram instalar a atualização e, com isso, demonstraram contentamento em desenvolver atividades autonomamente. Isso mostra que os estudantes são interessados em mexer na tecnologia, são curiosos. Temos de aproveitar este potencial para as aulas.

Sobre a TL, somente uma estudante a resolveu (E5) - a mesma aluna que tinha feito na aula anterior. Outra (E6) afirmou que não tinha acesso à internet e por isso não fez a TL – mas a TL era impressa e com questões que poderiam ser respondidas com a leitura, sem a necessidade de pesquisa na internet. Dessa forma, para poder executar o plano de aula, a TL foi resolvida no início aula. Como os estudantes não tinham estudado previamente à aula pela TL, foi necessário detalhar melhor a explanação do professor, o que consumiu mais tempo que o planejado.

Ao final, foi possível resolver dois TC com o PInApp, sendo que as respectivas votações seguem nas Figuras 14 e 15, a seguir. Em ambos os casos, a porcentagem de acertos foi alta, acima da recomendação para formarem grupos e discutir a questão. Assim, após a votação, foi-lhes informada a resposta correta e realizada a resolução do problema no quadro.

Lista de perguntas
Ordene a lista de perguntas que estará disponível no aplicativo

Respostas
Veja em tempo real os resultados dos alunos

Total de votos por alternativa

Alternativa	Votos	%
D	1	12.50%
E	7	87.50%

Pergunta nº 16

Alternativa	Votos
D	1
E	7

Aluno marcou a opção E e acertou a pergunta #16

ca marcou a opção E e acertou a pergunta #16

Do marcou a opção E e acertou a pergunta #16

eli marcou a opção D e errou a pergunta #16

gu marcou a opção E e acertou a pergunta #16

io marcou a opção E e acertou a pergunta #16

ma marcou a opção E e acertou a pergunta #16

Th marcou a opção E e acertou a pergunta #16

Gerenciamento do Quiz

Figura 14 - Respostas do TC nº16
Fonte: autoria própria

Respostas
Veja em tempo real os resultados dos alunos

Total de votos por alternativa

Alternativa	Votos	%
A	1	12.50%
D	7	87.50%

Pergunta nº 17

Alternativa	Votos
A	1
D	7

ca marcou a opção D e acertou a pergunta #17

da marcou a opção D e acertou a pergunta #17

Do marcou a opção D e acertou a pergunta #17

eli marcou a opção D e acertou a pergunta #17

io marcou a opção D e acertou a pergunta #17

io marcou a opção A e errou a pergunta #17

ma marcou a opção D e acertou a pergunta #17

Th marcou a opção D e acertou a pergunta #17

ATUALIZAR LIMPAR TUDO

Figura 15 - Respostas do TC nº17
Fonte: autoria própria

Os TC utilizados nas questões 16 e 17 eram de fácil solução, podendo ser classificados como exercícios de aplicação da teoria. Não exigiam ir além da resolução através de uma equação do tipo $\Delta x = v.t$. Portanto não se encaixam na categoria de bons TC, como os elaborados por Mazur (1997) e Müller (2013), por não exigirem avançar além do enunciado. O objetivo destes TC era a operacionalização de resoluções que utilizassem a equação da posição para o movimento uniforme. Como quase todos os estudantes acertaram a resposta de ambos, o resultado foi um ganho de confiança desses estudantes com relação à resolução de problemas e à disciplina de Física. Desde a apresentação, no primeiro dia de aula, vários se mostraram preocupados com o aproveitamento no curso por lembrarem – ou ouvirem falar- que o estudo da Física tem muitas operações matemáticas e isso poderia dificultar sua progressão no curso. Com dois TC fáceis, foi possível que respondessem individualmente. Portanto, ainda não ocorreu a discussão em grupos nos moldes do PI.

4.1.4 Quarta Aula: Aceleração e Movimento Variado

No Quadro 4, a seguir, está descrito o planejamento da aula.

Planejamento da 4ª aula - Duração 100min
Tema: Aceleração
Objetivo: Compreender o conceito de aceleração. Distinguir os conceitos de velocidade e aceleração.
PrI: O que é aceleração? O que significa dizer que um movimento tem aceleração? 5 min
OC:
1ª atividade: discussão sobre o conceito de aceleração na TL – 20 min
2ª atividade: Diferenciar os conceitos de velocidade de aceleração- 5 min
3ª atividade: resolver exemplos no quadro, de um movimento subindo e outro descendo um plano inclinado - 20 min
4ª atividade: equações do MRUV e resolução de exemplos. 20 min
AC: TC para resolver no App. 30 min
TL para próxima aula?
Obs: Instalar o App no início da aula, para aqueles que ainda não têm.

**Quadro 4 - Planejamento para a 4ª aula.
Fonte: autoria própria**

Para esta aula, foi fornecida a TL impressa e também enviada por um aplicativo de mensagens instantâneas - WhatsApp Messenger - em formato PDF, já que todos os participantes

da turma utilizam este aplicativo para comunicação. Foi criado um grupo no Whats App Messenger e incluídos todos os estudantes da turma que estavam de acordo em participar.

A aula começou pontualmente, entretanto a metade dos estudantes chegou atrasada. Ao final, havia 4 homens e 7 mulheres, sendo que dois estudantes estavam iniciando o curso nesta data. Estes receberam o arquivo de instalação e instalaram o *App* em seus aparelhos. Quando a aula iniciou, havia 4 mulheres e 1 homem. Somente estas 4 estudantes responderam a TL (E5, E6, E10 e E14). Estas possuem maior idade em relação ao restante da turma, se esforçam, chegam no horário e participam mais ativamente nas aulas se comparadas aos mais novos. As alunas responderam a quase todos os quizzes corretamente. Havia 4 estudantes sem o PInApp: dois com aparelhos de SO incompatível, uma que não conseguiu realizar a instalação e a última sem carga de bateria. O professor emprestou seus dois aparelhos para eles votarem e também utilizaram os dos colegas.

Nesta aula, o PInApp funcionou corretamente em todos os aparelhos instalados. Os estudantes iniciantes não tiveram dificuldades em instalar e acessar o aplicativo e votar.

Durante a instalação do PInApp, foi problematizado que este aplicativo requer permissão apenas para acessar informações do smartphone relativas à conexão com a rede, ao contrário de muitos App comerciais que requerem permissão para acessar um vasta quantidade de informações dos aparelhos, como fotos, chamadas, localização, etc, comprometendo a privacidade do usuário. Foi debatido, mesmo que brevemente, sobre os cuidados que podem ser tomados para assegurar a privacidade do usuário/proprietário do aparelho. A maioria mostrou-se surpresa em comparar o PInApp e outros disponíveis na *app store* que requerem acesso a vários dados pessoais. Acreditavam que o acesso a esses dados eram sempre imprescindíveis para o funcionamento do aplicativo.

Esta situação é bastante pertinente para discutir a segurança do usuário, que só ocorreu porque estavam sendo utilizados *smartphones* e celulares na sala. Isto vai ao encontro do que afirma Costa (2013, p.49) de que "as escolas deveriam aumentar a consciência do aluno sobre o uso de celular de forma segura e evitar os perigos inerentes de acesso aberto à comunicação e informações". Acreditamos que neste momento seria produtiva uma oficina, mesmo que breve, sobre a segurança dos dados e na navegação, ministrada por um profissional da Tecnologia da Informação.

Foi problematizado sobre os conteúdos das TL, que apresentaram conhecimentos novos que ainda não tinham sido discutidos em aula. Das quatro estudantes que concluíram a TL desta aula, todas afirmaram que atividades de tarefa domiciliar que tratem do conhecimento já estudado na última aula é "mais fácil de fazer" do que as que trazem conhecimento novo.

Três consideraram que a TL desta aula não estava difícil. A única estudante (E6) que considerou a TL difícil afirmou que “a tarefa é pra estudar [...] e até terminar a leitura, parece que é difícil”.

A explicação dos conteúdos foi tranquila, mas ainda com fraca participação da maioria sendo, assim, possível resolver os TC no PInApp. O resultado das votações estão nas figuras 16 e 17, a seguir. Antes da resolução dos TC, foi lembrada aos estudantes a necessidade de a primeira resolução e votação serem individuais e somente na segunda é que se faz a resolução em grupos.

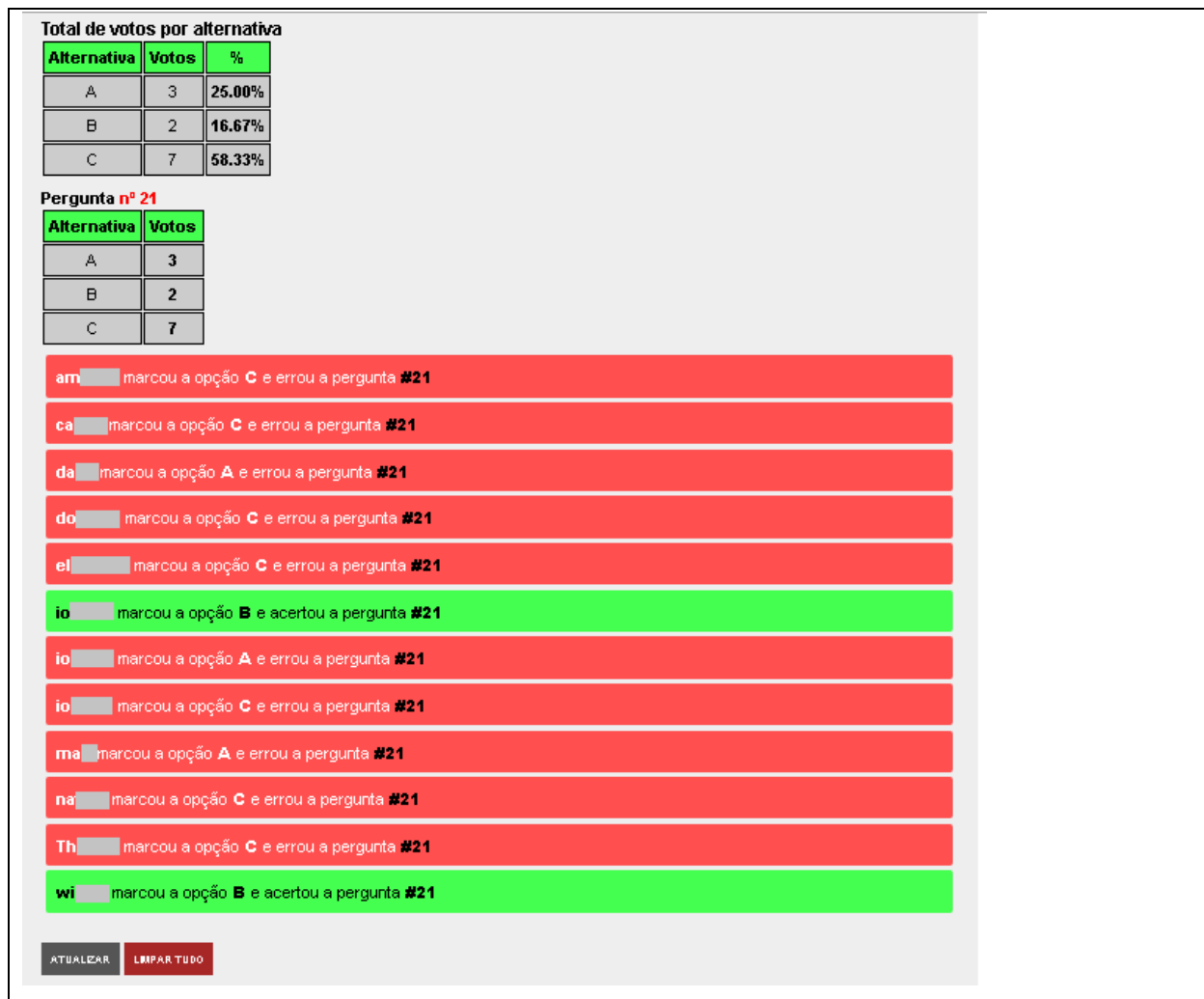


Figura 16 - Votação no TC nº 21 antes da discussão
Fonte: autoria própria

Nesta votação percebe-se que o índice de respostas corretas foi de 16%. Em seguida promoveu-se a discussão entre grupos sobre a resolução do problema. Embora o índice de acertos estivesse abaixo do mínimo recomendado de 30%, conforme estabelecido por Mazur (1997) e Araújo e Mazur (2013), para iniciar a discussão em grupos, optamos por fazê-lo para ver como os estudantes reagiriam e se a discussão poderia encaminhá-los para a resposta correta. As discussões foram fundamentais para a compreensão do problema e sua resolução.

Mesmo nos grupos onde todos haviam errado na primeira votação, o encaminhamento para a resposta correta ocorreu acima do esperado, conforme resultado na Figura 16. Isso mostra o potencial que tem o *Peer Instruction*.

Foram formados 3 grupos com 3 integrantes e um grupo com 2. Depois de 4 minutos de discussão em grupo, eles puderam votar novamente na mesma questão. Os acertos, mostrados na Figura 16, podem ser considerados satisfatórios. O professor circulava pela sala durante a discussão em grupos, os estudantes argumentavam sobre as respostas corretas e o professor fornecia orientações, mas sem indicar a resposta certa. Foi possível perceber o esforço da maioria dos que acertaram, tentando convencer os que erraram, e estes em saber o porquê. Os dados da votação após a discussão estão na Figura 17, a seguir.

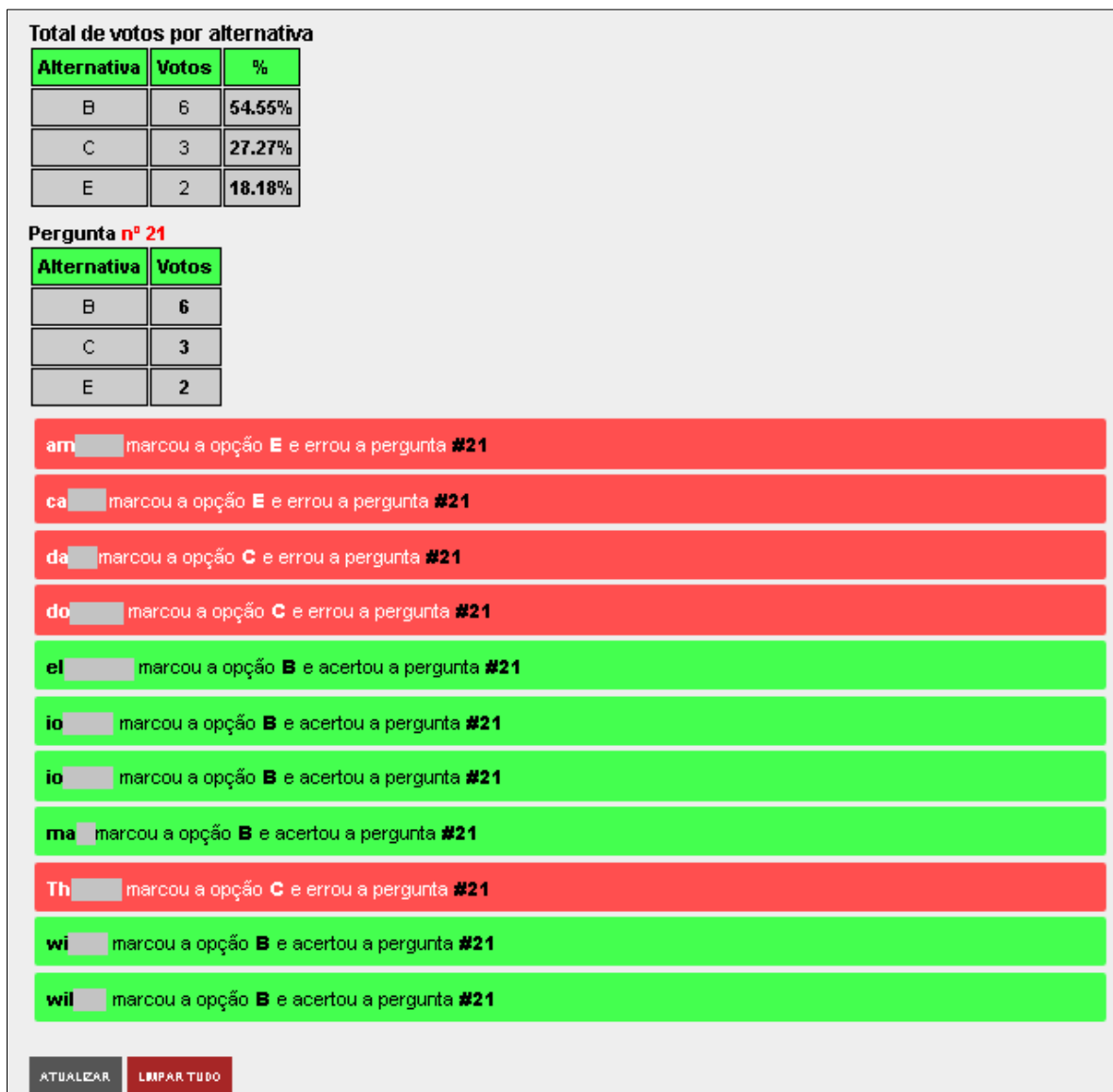


Figura 17 - Votação no TC nº 21 após a discussão em grupos
Fonte: autoria própria

Os estudantes que se esforçaram na discussão se encaminharam para a resposta correta, visto que a porcentagem de acertos foi de 54%. Isso mostra o potencial da discussão entre grupos – e do PI – para os que se esforçam. Percebe-se que alguns permaneceram em respostas incorretas, ocorrido por vários motivos mas, principalmente, pela desmotivação para aprender, já que não se esforçaram nas discussões em grupo.

Em alguns casos, quando os estudantes utilizavam um aparelho reserva do professor para votar, o *App* iniciava a nova resolução com o mesmo *login* anterior. Por isso, em algumas imagens, como as anteriores, percebe-se mais de uma votação por estudante. No entanto, poucas vezes houve votação em duplicidade. Trata-se de alguma configuração dos softwares que ainda não tinha sido resolvida.

O índice de acertos só não foi maior porque as estudantes (E1, E13 e E16), que formaram um grupo, estavam descomprometidas e desconcentradas com os conteúdos, atentas a assuntos pessoais fora do contexto da aula. Em três tentativas do professor para iniciar a discussão na equipe que, elas afirmaram que não tinham dúvidas. Assim, não discutiram sobre o TC e as três erraram novamente na segunda votação, apenas mudando de resposta incorreta. O estudante identificado como “do” (E3) aderiu a um grupo, mas não se envolveu na discussão e votou na mesma resposta errada. Os outros dois participantes do seu grupo acertaram – e votaram com identificação “wi”, pois utilizaram o mesmo aparelho: um mudou de errado para certo e o terceiro se manteve na resposta certa. Em outro grupos, E14 convenceu E3 a permanecer na mesma alternativa incorreta e, por falta de discussão, não perceberam seus erros.

Mais tarde, estes últimos (E3 e E14) explicaram que a dificuldade ocorreu porque na equipe deles ninguém havia acertado a questão na primeira votação. “Por ninguém saber a resposta correta não tinha como convencer o outro”, afirmou a estudante E14. Por isso é importante formar equipes em que pelo menos um deles tenha acertado a resposta na primeira votação e isso também justifica o número mínimo de acertos (~30%) para que sejam formados os grupos.

Um grupo formado pelas três estudantes de maior idade, as quais fizeram a TL, na primeira votação somente uma delas acertou. Após a discussão em grupo, em que foi possível ver sua dedicação, todas responderam corretamente. Isso mostra o potencial do PI para sujeitos esforçados e dispostos a aprender.

Nesta aula, durante a discussão entre os pares na resolução do TC nº 21, a duração da primeira votação foi de 10 minutos, considerado longo demais, pois alguns alunos tiveram dificuldades em acessar por terem esquecido seu *login* ou senha. Nas aulas anteriores tinham sido orientados a fazer *login* e senha com caracteres fáceis de serem lembrados.

Durante a resolução individual, houve silêncio e concentração de todos. A atenção estava direcionada ao TC no App. O professor motivou e explicou como deveriam proceder para a discussão em grupos e que, após a discussão, votariam novamente na mesma questão. O professor sugeriu 3 minutos para a discussão, mas a duração foi de 4 minutos.

Na discussão em grupos, houve bastante concentração e dedicação. Entretanto, na medida que iam decidindo a nova resposta, já ficavam sem trabalho e por isso, começavam a conversar sobre assuntos alheios à aula. Também o fato de alguns estudantes terem de emprestar aparelhos para a votação causou atrasos na aula. Em turmas maiores, é importante considerar esta situação, pois poderá comprometer a sequência das atividades aula e a dispersão dos estudantes.

Nas Figuras 18 e 19, a seguir, estão os dados das votações do TC nº 24 antes e depois da discussão em grupos, respectivamente.

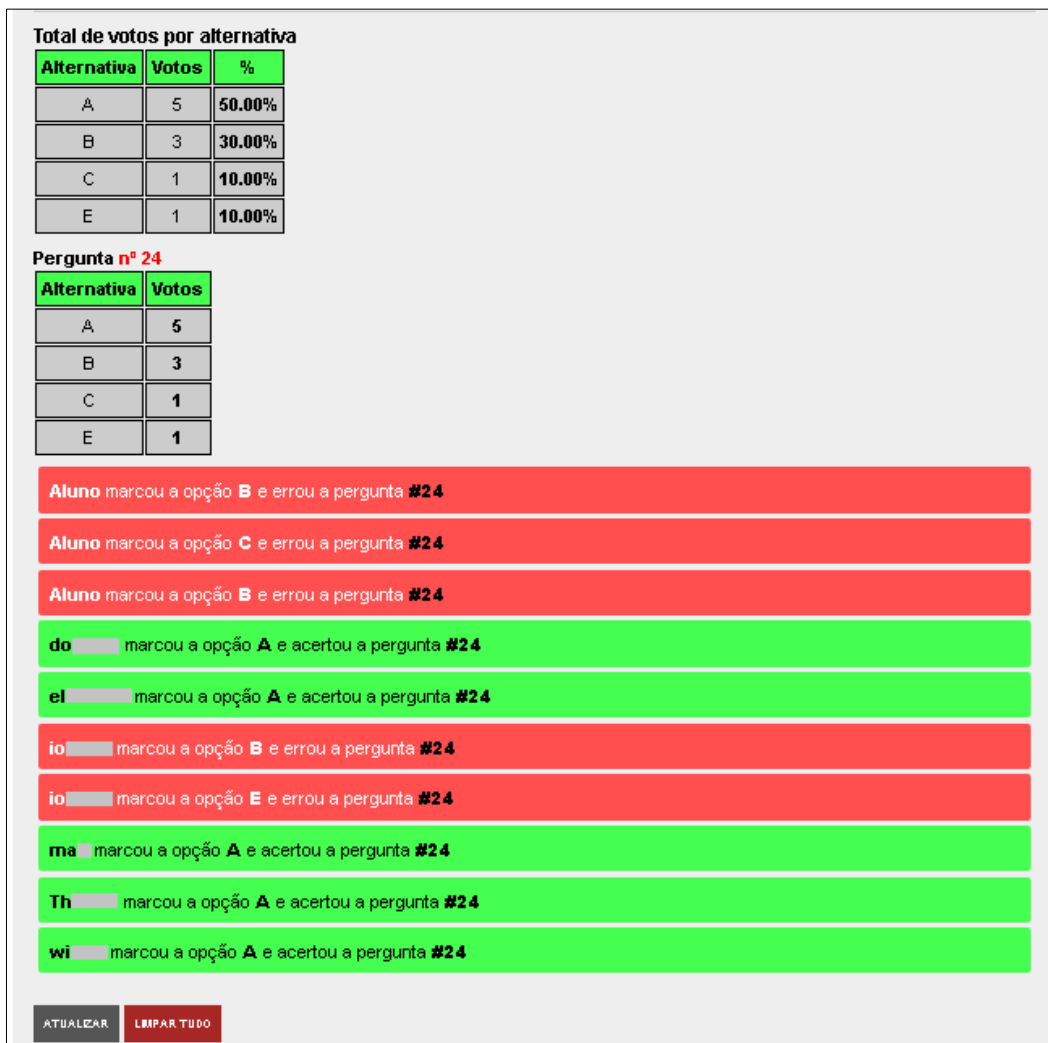


Figura 18 - Votação no TC nº 24 antes da discussão

Fonte: autoria própria

Neste TC, a discussão em grupos conduziu todos os votantes para a resposta correta,

conforme os resultados na Figura 19. Isso mostra o potencial que tem o PI em promover novas formas de relacionamento entre os estudantes e destes com a aprendizagem.

Respostas

Veja em tempo real os resultados dos alunos

Total de votos por alternativa

Alternativa	Votos	%
A	9	100.00%

Pergunta nº 24

Alternativa	Votos
A	9

Aluno marcou a opção **A** e acertou a pergunta **#24**

Aluno marcou a opção **A** e acertou a pergunta **#24**

do marcou a opção **A** e acertou a pergunta **#24**

el marcou a opção **A** e acertou a pergunta **#24**

io marcou a opção **A** e acertou a pergunta **#24**

ju marcou a opção **A** e acertou a pergunta **#24**

ma marcou a opção **A** e acertou a pergunta **#24**

Th marcou a opção **A** e acertou a pergunta **#24**

wi marcou a opção **A** e acertou a pergunta **#24**

ATUALIZAR
LIMPAR TUDO

Gerenciamento do Quiz

Gerenciamento da lista e alunos

Figura 19 - Votação no TC nº 24 após a discussão em grupos
 Fonte: autoria própria

Ao final da aula, dois estudantes questionaram o fato de não terem como estudar os problemas em casa, já que os TC são utilizados apenas nas aulas e não são armazenados no PInApp ou *smartphone*. Eles pediram que os TC resolvidos pelo app fossem também impressos para facilitar o estudo domiciliar. Surgiu então a ideia de o professor enviar as atividades das aulas via Whats App Messenger, no formato PDF, a todos os estudantes. Em seguida, o PInApp travou e não foi possível resolver outros TC. O professor forneceu a TL da próxima aula impressa, em mãos, e mais tarde em PDF pelo WhatsApp.

Acreditamos que é importante primeiramente os estudantes adquiram habilidades para a utilização do PInApp e, em seguida, iniciar atividades com o PI. Ou seja, inserir um item por

vez, de forma que os estudantes percebam a importância das discussões em grupo e do PI. Após a segunda votação, o professor resolveu o TC no quadro e explicou a resposta correta.

Nesta aula percebemos que as atividades com PI são fortalecidas como uso do PInApp, como o sigilo na votação, onde cada um vota de acordo com o seu tempo de resolução, diferentemente dos *flashcards* em que todos têm de votar juntos. Há maior liberdade para pensar e resolver de acordo com as suas habilidades. Para a EJA, onde o perfil dos estudantes é heterogêneo, isso é importante por respeitar o tempo de cada um.

4.1.5 Quinta Aula: Queda Livre

No Quadro 5, a seguir, está descrito o planejamento da aula.

Planejamento da 5ª aula - Duração 100min
Tema: Queda livre
Objetivo: Compreender o conceito de queda livre e queda amortecida para superar o conceito aristotélico de queda dos corpos.
PrI: problematizar com a demonstração da queda com dois objetos de diferentes massas e solicitar que opinem sobre qual corpo cai com maior velocidade (abandonados sem velocidade a uma mesma altura) 10 min
OC:
1ª atividade: discussão sobre o conceito de queda livre com a TL – 20 min
2ª atividade: discussão sobre queda amortecida na atmosfera terrestre - 10 min
3ª atividade: resolver exemplos no quadro a respeito de velocidade e deslocamento em queda livre. 10 min
4ª atividade: resolução de TC -30 min
AC: discussão sobre velocidade terminal em quedas na atmosfera terrestre; discussão sobre o movimentos dos satélites. 20 min
Obs:
Instalar o app no início da aula, para aqueles que ainda não têm.

Quadro 5 – Planejamento da quinta aula

Fonte: autoria própria

Nesta data participaram 14 estudantes, sendo que todos já tinham assistido a alguma aula, configurando a maior participação até o momento. Cinco não estiveram na última aula e estes não fizeram a TL, sendo que apenas 7 fizeram a TL. O professor tinha enviado a TL via Whats App Messenger e lembrou algumas vezes para que a fizessem. Nenhum estudante a

resolveu pelo celular, todos os 7 fizeram no papel e foram os que mais participaram da explicação e da resolução dos exemplos.

Haviam 4 estudantes sem o PInApp: dois com aparelhos de SO incompatível, um cujo smartphone não permitia finalizar a instalação e outra que chegou atrasada e preferiu fazer atividades antigas, já que esteve de licença médica durante aulas anteriores e, por isso não votou nos TC. Os estudantes receberam todos os TC resolvidos anteriormente, impressos em papel, conforme solicitação na última aula.

Em conversas, foi detectado que muitos dos estudantes estão finalizando o Ensino Médio neste ano letivo, faltando cursar poucas ou já cursando as últimas disciplinas. Foram questionados o porquê de deixarem a Física para o final do EM, sendo que vários responderam que imaginaram ser uma disciplina difícil, outros até mencionaram que tinham medo e, assim, poderiam desistir do curso. Por isso, consideramos que as primeiras aulas devem ser destinadas a apresentar a Física como uma ciência que explica o Universo e que pode ser de compreensão de todos, rompendo com a ideia de uma ciência difícil de aprender.

Durante as explicações, o professor fez uma breve demonstração para a compreensão da queda livre e queda amortecida. Tal demonstração consiste em soltar uma borracha escolar e uma folha de papel de uma mesma altura, observar a queda e ao final perguntar: por que a folha caiu com menor velocidade? A maioria respondeu que é devido à folha ter massa menor que a borracha. Em seguida, amassa-se a folha, deixando-a com volume próximo ao da borracha. Eleva-se a uma mesma altura, solta-as e observa-se que chegam juntos ao solo. Em seguida, pode-se perguntar o porquê de caírem juntas, sendo que não houve alteração das suas massas. Consideramos que esta demonstração de queda permite a constatação de que não é a massa que interfere no tempo de queda, e que se trata de uma queda amortecida pela resistência do ar.

Essa demonstração foi produtiva, pois dava continuidade aos conteúdos da TL e diferenciava queda livre de queda amortecida, facilitando romper com a ideia intuitiva dos estudantes de que o corpo mais “pesado” (E5; E6; E10) chegaria antes ao chão. Explicar que todos os corpos em queda, nas proximidades da superfície terrestre, estão sujeitos a uma mesma aceleração (a da gravidade) foi um excelente argumento pois, como já conheciam o conceito de aceleração, puderam compreender que os corpos estavam sujeitos a uma mesma variação de velocidade. A explicação da aceleração da gravidade como agente causador de variação da velocidade favoreceu a compreensão das equações da velocidade e da posição na queda livre.

Os estudantes apresentaram dificuldades na resolução das equações, que foram reduzindo à medida que resolviam exemplos. Mas, ainda permanece uma espécie de medo com relação às equações, como se fosse a maior dificuldade na disciplina.

No uso do aplicativo, novamente surgiram as dificuldades como alguns estudantes sem aparelhos e outros que esqueceram seus *login* ou senha. Os que não conseguiram, utilizaram os aparelhos reservas do professor. Enquanto um resolvia, outros aguardavam e isso causou atrasos nas votações. O melhor aproveitamento do tempo e da concentração dos estudantes ocorreu quando todos tinham aparelhos e *login*.

Os TC desta aula também estavam disponíveis em uma folha impressa e então os que estavam sem smartphone podiam resolver no papel e depois acessar o PInApp para enviar a resposta. Este procedimento tentava resolver o atraso daqueles que aguardavam o empréstimo de um aparelho, configurando-se com uma solução paliativa e não completa, pois a resolução no App apresenta potencialidades como melhorar a concentração, atenção e realizar o envio imediato da resposta.

Foram resolvidos dois TC nesta aula. Durante a resolução do TC nº27, a primeira resolução (individual) durou 14 minutos. O demasiado tempo gasto ocorreu por fatores como empréstimo de aparelhos, interrupção da aula para avisos e recados, e principalmente pela demora dos estudantes na resolução de equações. Percebemos grandes dificuldades por terem de fazer cálculos matemáticos, com uma equação do tipo $y = 5.t^2$ - originada da equação $y = g.t^2/2$. Aqueles com maiores dificuldades foram estimulados a persistir, mas o professor não forneceu a resposta correta neste momento. A votação deste TC, antes da discussão em grupos está na Figura 20, a seguir.

De acordo com o resultado da votação, no qual 58% acertaram a resposta correta, foi iniciada a discussão em grupos, que teve duração de 8 minutos. As argumentações dos estudantes foram produtivas durante o início mas, ao passo em que enviavam a resposta, ficavam sem atividade e as discussões dispersavam. Por isso, é importante estabelecer um tempo determinado para a resolução e que, após esse período, a votação será encerrada. Não foi procedido desta maneira devido à heterogeneidade dos estudantes, característica especial da EJA. A votação após a discussão está na Figura 21, a seguir.

Alternativa	Votos	%
A	1	8.33%
B	7	58.33%
C	1	8.33%
E	3	25.00%

Pergunta nº 27

Alternativa	Votos
A	1
B	7
C	1
E	3

Aluno marcou a opção **A** e errou a pergunta **#27**

Aluno marcou a opção **B** e acertou a pergunta **#27**

am marcou a opção **B** e acertou a pergunta **#27**

ca marcou a opção **B** e acertou a pergunta **#27**

da marcou a opção **B** e acertou a pergunta **#27**

do marcou a opção **C** e errou a pergunta **#27**

el marcou a opção **E** e errou a pergunta **#27**

io marcou a opção **E** e errou a pergunta **#27**

ju marcou a opção **B** e acertou a pergunta **#27**

ma marcou a opção **E** e errou a pergunta **#27**

Th marcou a opção **B** e acertou a pergunta **#27**

wi marcou a opção **B** e acertou a pergunta **#27**

Figura 20 - Votação no TC nº 27 antes da discussão em grupos
Fonte: autoria própria

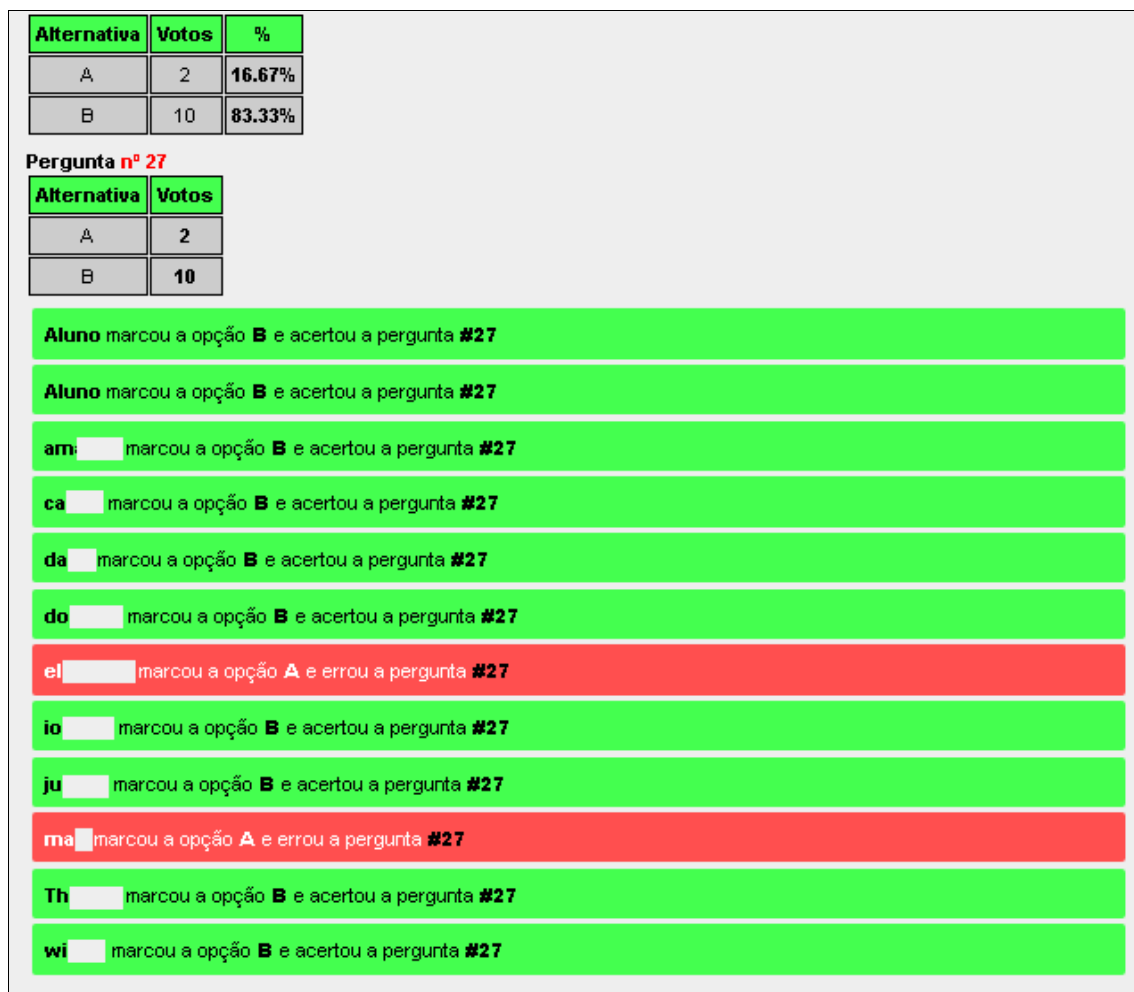


Figura 21 - Votação no TC nº 27 após a discussão em grupos
Fonte: autoria própria

Comparando os resultados nas Figuras 20 e 21, vemos que o acertos foram de 58% antes da discussão e de 83% após a instrução pelos colegas. Este é mais um resultado que mostra como o PI tem potencial para promover uma melhor compreensão dos conceitos. Observou-se que durante a discussão, os estudantes mais habilidosos ensinaram passo a passo como resolver os cálculos matemáticos a aqueles que apresentaram maiores dificuldades na primeira resolução.

As estudantes identificadas por “el” e “ma”, na Figura 21 (E5 e E6, respectivamente), formaram uma dupla para a discussão e não acertaram a resposta correta também na segunda votação, apenas mudando de alternativa incorreta (de “E” para “A”). Este é mais um dado para que, dentro do possível, sejam formados grupos nos quais pelo menos um deles tenha acertado a resposta na primeira votação. Na sequência, o professor explicou detalhadamente a resolução no quadro.

Em seguida, o professor liberou o TC nº 29 e a votação está na Figura 22, a seguir.

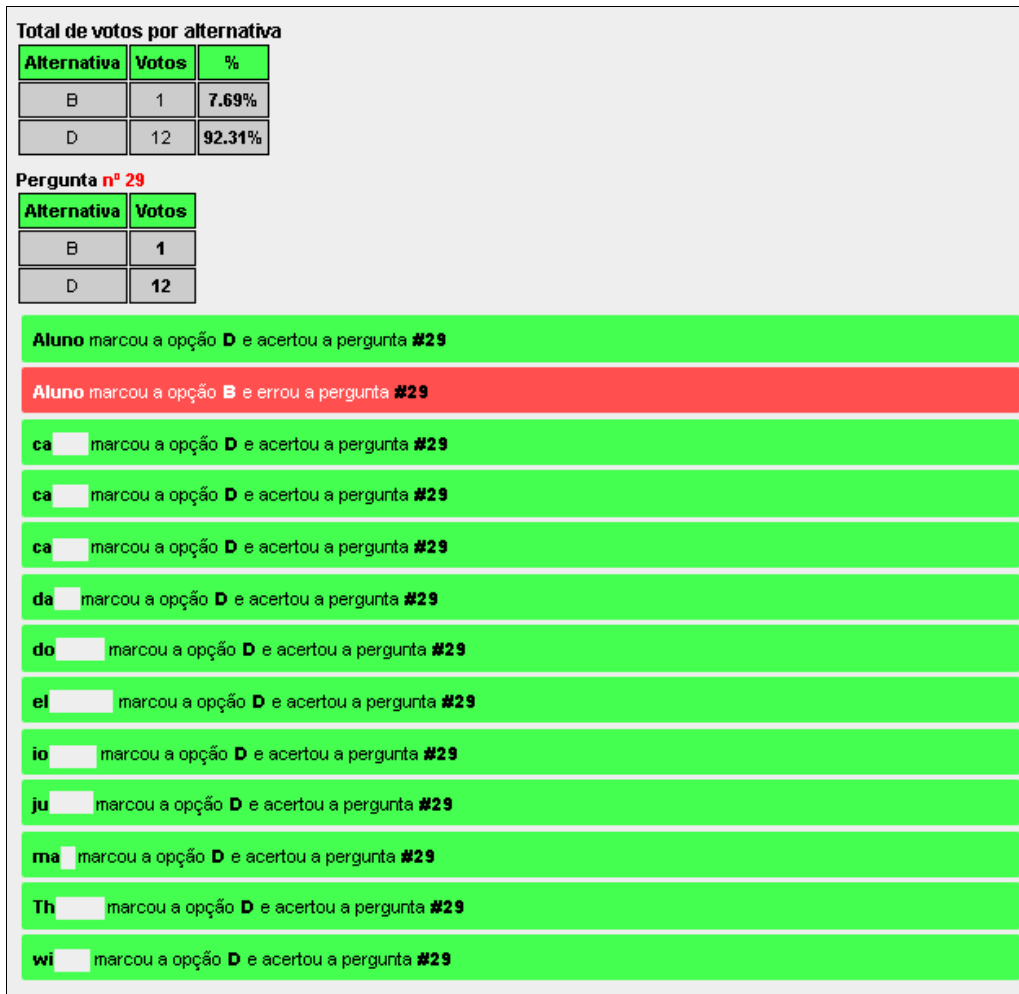


Figura 22 - Votação no TC nº 29
Fonte: autoria própria

Devido ao elevado índice de acertos no TC nº 29, não foi encaminhado para a discussão em grupos. A resolução durou 10 minutos. O fato de os TC nº 27 e nº 29 serem parecidos, possibilitou que a resolução deste último durasse menos tempo e o índice de acertos fossem de 92%. Atribuímos estes resultados ao processo de discussão em grupos no TC nº 27, que possibilitou que os estudantes tivessem tempo e orientação para testar várias soluções para o problema, bem como esclarecessem suas dúvidas na resolução.

As três respostas indicadas por “ca”, a Figura 22, foram enviadas pelas estudantes E1, E13 e E16 de um mesmo aparelho. Por alguma dificuldade técnica, o aparelho acessou o PInApp com o mesmo *login*. Este fato já tinha ocorrido em outra aula devido a alguma configuração que ainda não fora corrigida. Nesta aula, não foi fornecida uma TL, pois estava marcada uma avaliação para a aula seguinte. Os estudantes foram lembrados para reestudar os conteúdos.

Finalizando esta aula, percebemos como as atividades do PI podem ser eficazes para a

compreensão dos conceitos de Física. No entanto, para Müller (2013), “os gastos para a aquisição de sistemas eletrônicos por parte das escolas não é desprezível e pode ser um empecilho para que o IpC [PI] chegue à sala de aula.” (p.14), a distribuição gratuita do PInApp para os professores vem atender a esta demanda. Nesse sentido, atividades didáticas que sejam realizadas com o PI podem ser potencializadas, como as funções de apresentar as respostas de forma rápida e precisa, além de permitir o registro e arquivamento das informações com mais facilidade em relação às demais formas de votação, como anunciado por Lasry (2008).

4.1.6 Sexta Aula: Avaliação

No Quadro 6, a seguir, está descrito o planejamento da aula.

Planejamento da 6ª aula - Duração 100min
Tema: Avaliação
Objetivo: Verificar o aproveitamento dos estudantes.
PrI: problematizar com a questão: quais são os conhecimentos que vocês têm hoje e que não tinham quando ingressaram nas aulas de Física? 10 min
OC:
1ª atividade: resolver TC no PInApp – 60 min
2ª atividade: solicitar que os estudantes façam uma auto avaliação - 10 min
3ª atividade: solicitar que os estudantes opinem sobre as estratégias de ensino utilizadas e do aplicativo. 10 min
AC: discussão sobre como os conhecimentos de Física já estudados e sua importância para o cotidiano. 10 min
Obs:
Instalar o app no início da aula, para aqueles que ainda não têm.

Quadro 6 – Planejamento da quinta aula
Fonte: autoria própria

Participaram desta aula 8 estudantes, sendo que uma estava participando pela primeira vez das aulas de Física. Também estava presente um estagiário estudante de um curso de Licenciatura que acompanharia as atividades. Como nas outras aulas, foi preciso explicar a pesquisa, as estratégia de ensino, o aplicativo e também instalá-lo e assinar TCLE. Isso consumiu um tempo considerável no início da aula.

Na 1ª atividade da OC foram resolvidos três TC. As votações estão nas figuras 23, 24 e 25. O primeiro foi o TC nº 19, sendo que um resumo da votação está na Figura 22, a seguir.



Figura 23 - Votação no TC nº 19
Fonte: autoria própria

Na Figura 23, não foi salva a tela completa da votação, no entanto a parte superior da tela contém o resumo das respostas. Poderia ser criada uma opção de salvar a tela como um menu ou botão disponível no painel administrativo para facilitar o arquivamento das votações. Nota-se que 87% dos estudantes acertaram a respostas e, por isso, não houve discussão em grupos. O professor resolveu o problema no quadro para explicar a todos a resolução. O tempo de resolução foi de 15 minutos, considerado muito longo. O atraso deveu-se à chegada atrasada de vários estudantes, sendo assim, o professor tinha de, novamente, apresentar a atividade e o estudante conectar-se ao PInApp.

O segundo TC resolvido foi o TC nº 26, e a votação está na Figura 23, a seguir.

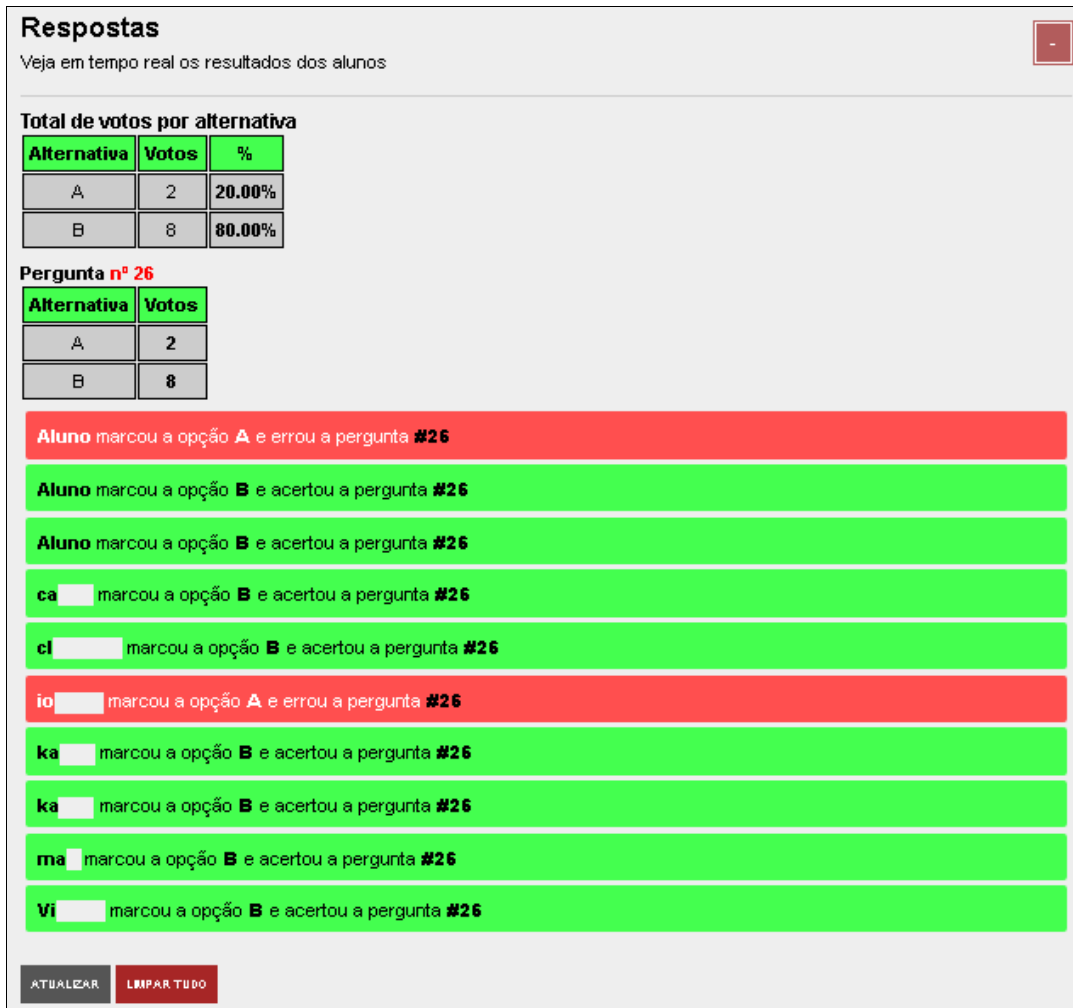


Figura 24 - Votação no TC n° 26
Fonte: autoria própria

O tempo de resolução foi de 8 minutos e, devido à elevada porcentagem de acertos, não foi iniciada a discussão em grupos. Em seguida, o professor fez uma resolução coletiva da questão e liberou outro TC.

Na sequência, foi iniciada a resolução do TC n° 30, sendo que a resolução durou 22 minutos. As respostas enviadas estão no Figura 25, a seguir.

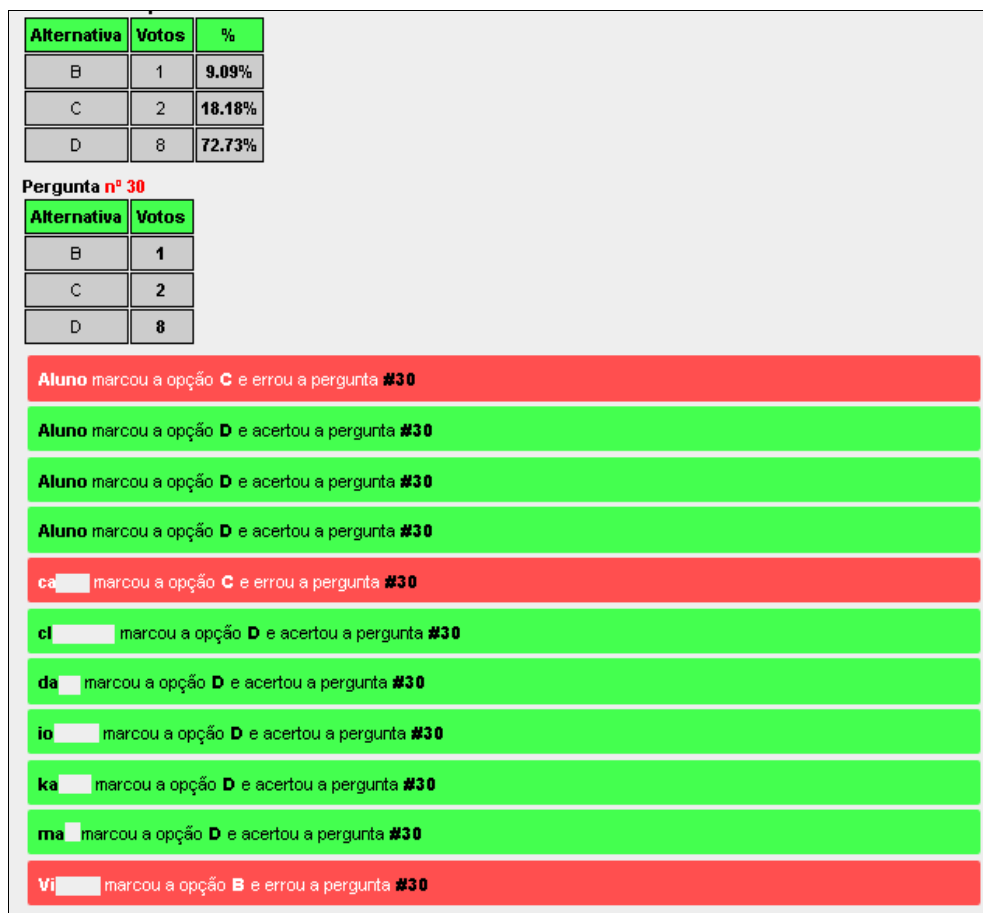


Figura 25 - Votação no TC nº 30
Fonte: autoria própria

Mais uma vez, não foi encaminhada a discussão em grupos, devido à porcentagem de acertos ser alta e, em seguida, o professor fez a resolução coletiva do TC.

O professor poderia ter fornecido uma lista com as três questões, pois o PInApp permite que seja liberada uma lista com vários TC de uma só vez. A liberação de somente uma questão por vez foi nossa opção, devido às diferenças no desempenho dos estudantes, pois alguns têm grandes dificuldades e outros resolvem rapidamente. Em turmas regulares, a liberação de uma lista de TC poderá trazer melhores resultados.

Em todos os problemas, constatamos que os estudantes estavam concentrados e se esforçaram. Durante as resoluções, havia silêncio e concentração. O TC nº 25 foi bem difícil para eles, pois tiveram dificuldades na montagem da resolução, nos cálculos e em como isolar a variável nas equações. Isso reitera ao que vários estudantes afirmaram na primeira aula de que possuíam dificuldades em cálculos matemáticos.

Na sequência da aula, o professor solicitou que cada estudante avaliasse as aulas deste período da pesquisa opinando sobre o JiTT, PI e o PInApp. A seguir, citamos algumas transcrições destas falas.

Para E2, comparando a resolução de problemas no aplicativo com a resolução no papel, “...o problema escrito é muito maçante, até escrever e ler ... no App já está pronto, é só resolver. É mais prático”. No entanto, nesta comparação, o estudante referia-se às estratégias de ter que copiar os problemas do quadro para então resolver em seu caderno, prática ainda comum em várias disciplinas curriculares, ora justificada pela ausência de material didático impresso de qualidade, ora pela limitação imposta pelas escolas à quantidade de páginas a que podem ser impressas pelos professores. Este estudante utilizou-se, em todas as aulas, de aparelhos emprestados pelo professor ou colegas, já que seu *smartphone* tem sistema operacional incompatível com o App.

O estagiário de docência, que participou somente desta aula, também foi indagado. “Acho que o aplicativo agiliza o processo do conteúdo. Você consegue transmitir mais conhecimento e otimizar o tempo”, afirmando que não teve dificuldades em utilizar o PInApp para resolver problemas. Ao final da aula, o pesquisador apresentou o painel administrativo do App para o estagiário, os menus e as configurações de instalação.

A estudante E9 informou sua preferência em resolver problemas no PInApp, ao invés de problemas impressos em papel. E7 afirmou que a utilização do App permite que aula seja mais dinâmica e “menos maçante”. E4 mostrou-se contente também pela economia de papel. E6 confirmou que resolver atividade no App “é legal, melhor do que no papel”, mas sem justificar. E10 sustentou que gostou das atividades com o uso do *smartphone*: “no papel você tem que parar em algum momento para ler e no aplicativo [e *smartphone*], o tempo que você tem já pode ir estudando, onde você estiver. É mais prático. Se sobram 5 minutos da hora do almoço você abre ali (os arquivos da aula) e dá uma lida”, referindo-se também às TL que foram enviadas aos aparelhos.

O professor informou que percebeu que os estudantes tem maior concentração para resolução de problemas e leituras no *smartphone*. A concordância foi unânime. O estudante E2 indagou sobre de quem foi a iniciativa utilizar o App para as aulas e que, segundo ele, foi uma escolha acertada pois “[...] pensou bem, por que nada mais tira a atenção do que o celular”.

Após o desenvolvimento destas aulas, com os resultados obtidos, alguns fatos são recorrentes e merecem ser ressaltados nos próximos parágrafos, como uma auto avaliação do professor.

Durante as atividades, a discussão em grupos mostrou-se ser eficiente para encaminhar para a resposta correta, conforme anunciado por Mazur (1997). Quando um estudante explica para o outro, com a linguagem mais simples, pode permitir uma compreensão mais fácil (MÜLLER, 2013). Em nossas aulas, acreditamos que a condução para a resposta correta foi

pela falta de argumentos e de sustentação por parte daqueles que tinham escolhido uma resposta errada.

Quando a resolução de TC era possível simplesmente com a utilização de uma equação, na qual não era preciso ir além de cálculos algébricos – como os mostrados nas figuras 13 e 14- mostram a necessidade de serem trabalhados “bons” TC. Os bons TC exigem ir além do enunciado, conforme Mazur (1997) e Müller (2013), devem exigir certo grau de raciocínio dos estudantes, com adequada dificuldade na resolução e que contemplem mais discussões do que simplesmente encontrar um resultado numérico.

Assim como Müller (2013), reforçamos a necessidade de os professores produzirem bons TC para suas aulas, que contemplem discussões sobre a Ciência, a Tecnologia, permitam fazer cálculos, estimativas, aproximações, etc. Que vão além de ter somente cálculos numéricos, sem discussões. Por isso acreditamos na importância da formação continuada do professor, amparada nos resultados de pesquisas acadêmicas na área.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a realização desta pesquisa, percebemos algumas regularidades que entendemos serem importantes para o andamento do processo de ensino e por isso as descrevemos a seguir. Também faremos um retorno aos objetivos, para verificar sobre o alcance de cada um deles.

Consideramos que foi possível desenvolver atividades de ensino de Cinemática com as estratégias de ensino *Peer Instruction* e *Just-in-Time Teaching*, conforme o primeiro objetivo específico. Estas atividades aconteceram durante as aulas, nas explicações conceituais do professor, na resolução dos TC individualmente e nas discussões em grupos.

Foi possível promover o ensino-aprendizagem em Cinemática por meio de atividades didático-pedagógicas, desenvolvidas com mediação de um App. As resoluções dos TC com o envio de respostas pelo App dinamizavam as aulas e aumentavam a discussão sobre os conhecimentos estudados. Entretanto, a respeito da constatação se houve aprendizagem, não foi possível estabelecer meios efetivos para verificação da aprendizagem.

Em relação ao terceiro objetivo, foi disponibilizado um banco de materiais de ensino e questões de Cinemática nos *smartphones*, para os estudantes estudarem além do horário escolar. Os conteúdos das TL possibilitaram aos estudantes estudarem nos horários mais adequados ao seu dia a dia.

Sobre o quarto objetivo específico, foi elaborado um aplicativo no qual os estudantes faziam o envio das respostas dos TC ao professor, diretamente pelos seus *smartphones*. O desenvolvimento e utilização do PInApp estão descritos na metodologia e na produção técnica, anexa.

A baixa frequência escolar da maioria dos estudantes é um dos fatores mais relevantes para a pesquisa e para as aulas regulares. Havi 22 estudantes matriculados, sendo que seis estiveram ausentes em todas as aulas e apenas quatro (E2, E5, E6 e E10) apresentaram frequência integral. São as especificidades da EJA, do ensino noturno e dos estudantes trabalhadores.

Em todos os momentos, os estudantes apresentaram-se motivados para fazer atividades nos *smartphones* e no aplicativo. É um indício de que operar com tecnologias desperta o interesse dos estudantes.

Notamos que durante as resoluções de TC no PInApp, podem ser observadas algumas potencialidades, como a possibilidade de cada estudante ler e responder os testes da maneira mais confortável e autônoma, sem influência dos colegas. A confidencialidade no envio das

respostas é um ponto forte que estimulava os de menor rendimento a se esforçarem e centrarem-se no seu desempenho individual.

Durante a resolução dos primeiros TC no App, em que o nível de dificuldade era baixo e que quase todos acertaram a resposta correta (87,5% - vide Figuras 13 e 14) foi fundamental para o ganho de confiança dos estudantes. Muitos se sentiam inseguros ou temiam não obter sucesso na disciplina de Física mas, depois destes problemas, sentiram-se mais confiantes e motivados a estudar.

O uso do App favorece o trabalho do professor, pois este pode circular pela sala, tirando dúvidas e orientando a resolução em grupos. Também permite um registro nominal das votações, por meio do qual é possível avaliar o desempenho de cada estudante após a resolução de cada TC, já que as respostas podem ser facilmente arquivadas no notebook. O professor insere os TC na plataforma e libera os testes que são mais pertinentes ao encaminhamento da aula e das necessidades dos estudantes. O banco de questões pode ser mais uma estratégia didática disponível em sala. Não há necessidade da impressão de materiais.

O App fortaleceu o trabalho dos estudantes com um aumento na concentração. A privacidade na votação também inspirou estudantes, que sentiam-se envergonhados em emitir respostas erradas perante os demais colegas e que diziam estar inseguros por ficarem muito tempo fora da escola. Outro ponto forte é a individualidade das respostas, em que cada um escolhe as respostas de acordo com o seu tempo de resolução e é difícil ver a resposta escolhida pelo colega. As letras miúdas exigem maior atenção durante a leitura.

À medida em que mais estudantes realizavam a TL, maiores foram os acertos nos TC por parte destes estudantes. Na quarta aula, foi possível perceber estudantes conversando entre si a respeito daqueles que faziam as TL e estavam tendo sucesso na resolução dos TC na aula. Sentiram-se, então, motivados a fazer a TL da próxima aula, e assim procederam. Este resultado demonstrou que a utilização do PInApp pode estimular a busca de conhecimentos previamente às aulas e incentivar um melhor desempenho dos estudantes

As estratégias de ensino PI e JiTT favoreceram a aprendizagem dos estudantes, com a TL, fazendo os estudantes pensarem individualmente antes da aula e incentivando a busca autônoma por conhecimentos e também nas resoluções dos TC de forma individual e coletiva. Nesse sentido, é importante elaborar TL com conteúdo sólido, atualizado, contextualizado e algumas questões chaves. As TL proporcionaram que muitos iniciassem a aula sem medo do conteúdo novo, já que muitas vezes eles têm a imagem da Física como algo muito difícil de ser aprendido.

As estratégias de ensino PI e JiTT são eficazes com o uso do App, já que o PI é fortalecido pelo aplicativo no sigilo na votação, cada um vota de acordo com o seu tempo de resolução sem pressões externas. Isso é importante para a EJA, pois seus estudantes apresentam relevante heterogeneidade.

O envio das repostas ao professor através do PInApp favorece a dinamização das atividades nas aulas. A confidencialidade e a precisão no arquivamento das informações são pontos fortes que contribuem para o professor organizar os registros da classe. Não obstante, no App os estudantes não conseguem ler os votos dos colegas, minimizando as possibilidades de a alternativa mais votada influenciar no voto dos indecisos e nas discussões seguintes.

Na relação do professor com o PI e JiTT, este deve ter tempo e disposição para preparar bons problemas e TL consistentes com os objetivos das aulas. Às vezes, os problemas planejados não são adequados para a situação, então, no App, o professor consegue fazer alterações no problema antes de liberar a lista.

As estratégias de ensino podem contribuir para um ensino mais eficiente, desde que executadas de acordo com a proposição de seus autores. O desafio é conseguir que todos os estudantes realizem as atividades das TL e se envolvam na resolução dos TC.

Não foi possível utilizar-se de todas as potencialidades das estratégias de ensino PI e JiTT com a utilização do PInApp, pois as atividades de resolução tiveram duração menor do que o tempo planejado, devido aos estudantes raramente realizarem a TL. O tempo que o professor gastava para ensinar os conceitos que constavam na TL e eram pré-requisitos para a aula foi o que faltou para haver resoluções de TC mais produtivas. Os atrasos para o início das aulas e a baixa frequência também foram fatores que mais prejudicaram as proposições de ensino que tinham sido elaboradas.

Alguns cuidados são recomendados, como de que o professor tenha alguns aparelhos reservas para substituírem os que estiverem sem carga na bateria, outros em que porventura não seja possível a instalação do App ou que tenham Sistema Operacional incompatível. O fato de haver vários pontos de energia elétrica na sala é útil para recarregar a bateria dos aparelhos durante a aula. Alguns dos nossos estudantes iam para a escola diretamente após o trabalho e, por isso, algumas vezes precisavam recarregar e não havia tomadas suficientes na sala.

Consideramos que o PInApp está pronto para inserção nas aulas de qualquer disciplina curricular em que o professor pretenda promover um Quiz, fornecer testes, questões ou resolução de problemas. Como melhorias no aplicativo sugerimos: a criação de um botão para salvar e arquivar as telas das votações; a possibilidade de incluir figuras nos enunciados e nas alternativas de respostas; colocar na tela de votação quanto tempo o estudante gastou para

enviar a resposta e um cronômetro para marcar o tempo em que a votação ficou aberta. Estas possibilidades surgiram com a nossa experiência, durante a utilização do aplicativo e, poderão ser incorporadas por trabalhos futuros. Para isso, foi produzido um material que está anexo à esta dissertação, com a produção técnica que contém os arquivos de instalação do PInApp para os *smartphones* e *notebooks*, elaboradas com aplicativos e *softwares* livres, gratuitos e/ou abertos, que poderá ser modificada de acordo com a necessidade em novas pesquisas.

Houve limitações para a realização desta pesquisa, sem as quais os resultados poderiam ser diferentes. A qualificação do docente para trabalhar com tecnologias nas aulas foi uma delas, visto que na primeira aula não conseguiu operar os softwares que sustentam o banco de dados do App no *notebook*. Com isso o PInApp não funcionou nesta aula.

Os smartphones com sistema operacional incompatível também foram significativos, pois o professor tinha sempre que contar com aparelhos reservas para empréstimo. Também análoga, os aparelhos sem carga na bateria desencadeavam o mesmo problema. De maneira parecida, ainda temos que considerar, como limitações, o gasto excessivo de tempo pela chegada de estudantes atrasados no início da aula e suas baixas frequências escolares.

A ausência, na literatura, de trabalhos acadêmicos parecidos com a nossa pesquisa para que pudéssemos ter uma linha basilar foi determinante. Tivemos de planejar e executar as atividades didáticas com o uso do PinApp para o Ensino Médio através das leituras e transposição de materiais voltados para o Ensino Superior.

Como possibilidades para estudos futuros, sugere-se a elaboração de TC mais amplos ou mais adequados à realidade de cada aula. Testes de vestibulares padronizados nem sempre são os mais adequados, principalmente devido ao nível elevado de dificuldade ou complexidade que não favorece a motivação dos estudantes que estão iniciando o estudos dos conceitos. Testes mais simples demonstraram ser mais eficientes no início dos conteúdos, por favoreceram um ganho de confiança na resolução. Também é importante desenvolver TC para outros temas da Física no Ensino Médio.

Não obstante, um avanço na estrutura do PInApp pode ser importante para possibilitar que o App seja instalado em *smartphones* que tenham sistema operacional diferente do *Android*. A inclusão de imagens no enunciado e nas alternativas de respostas dos TC pode ser fundamental para a elaboração de melhores testes.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.30, n.2, p.362-384, 2013.

BATISTA, Silvia Cristina Freitas; BARCELOS, Gilmara Teixeira. Análise do uso do celular no contexto educacional. **Novas Tecnologias na Educação**. CINTED-UFRGS. Vol 11, nº 1, julho, 2013.

BAZZO, Walter Antônio.; LINSINGEN, Irlan Von.; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. **Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madri, Espanha: OEI, 2003.

BELLONI, Maria Luiza; GOMES, Nilza Godoy. Infância, mídias e aprendizagem: Autodidaxia e colaboração. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 29, n. 104 – especial p. 717-746, out. 2008. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302008000300005. Acesso em: 06/05/ 2016.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica** / Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília, 2013.

BRASIL. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (OCNEM)**. v. 2. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ministério da Educação. Secretaria do Ensino Fundamental. Brasília, DF, 1997

BUTCHART, Sam; HANDFIELD, Toby; RESTALL, Greg. Using Peer Instruction to teach Philosophy, Logic and Critical Thinking. **Teaching Philosophy**, v. 32, n. 1, p. 1-40. 2009

CEMIN, Alexandra. **A evasão escolar no ensino médio na visão da escola estadual Santa Catarina de Caxias do Sul – RS**. Dissertação. Centro Universitário La Salle. Canoas, 2011.

COSTA, Giselda dos S. **Mobile learning: explorando potencialidades com o uso do celular no ensino - aprendizagem de língua inglesa como língua estrangeira com alunos da escola pública**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2013.

CROUCH, Catherine; WATKINS, Jessica; FAGEN, Adam; MAZUR, Eric. Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All At Once. **Research-Based Reform of University Physics**, v. 1, p.1-55. 2007

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

CROUCH, Catherine; FAGEN, Adam; MAZUR, Eric. Peer instruction: Results from a Range of Classrooms. **The Physics Teacher**, v. 40. April 2002.

de BASTOS, Fábio da Purificação; GRABAUSKA, Claiton José. **Investigação-ação educacional: possibilidades críticas e emancipatórias na prática educativa**. In: Mion, R. A. & Saito, C. H. (orgs). **Investigação-Ação: Mudando o Trabalho de Formar Professores**. Gráfica Planeta, Ponta Grossa, 2001.

de BASTOS, Fábio da Purificação; MION, Rejane Aurora. **Investigação-ação e a concepção de cidadania ativa**. In: Mion, R. A. & Saito, C. H. (orgs). **Investigação-Ação: Mudando o Trabalho de Formar Professores**. Gráfica Planeta, Ponta Grossa, 2001.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André Perez. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.

DORIGON, Vanessa; OLIVEIRA, Valdenor Santos. **Dificuldades de Aprendizagem: Causas e Diagnóstico**. Nativa - Revista de Ciências Sociais do Norte de Mato Grosso, v. 4, nº2, 2015.

DUDA, Rodrigo; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da. Desenvolvimento de aplicativos para Android com uso do *App Inventor*: uso de novas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem em matemática. **Revista Conexão UEPG**. V 11, nº 3 - set./dez. Ponta Grossa, 2015a.

DUDA, Rodrigo; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da. Desenvolvimento de aplicativos como contextualização no uso da álgebra. **Revista Tecnologias na Educação** – Ano 7, nº 12, Julho, 2015b.

DUDA, Rodrigo; ZONTINI, Diego Dutra; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; GROSSI, Luciane. Elaboração de aplicativos para Android com uso do *App Inventor*: uma experiência no Instituto Federal do Paraná – câmpus Irati. IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. **Anais**. Ponta Grossa-PR, 2014.

FANTIN, Monica. Novos Paradigmas da Didática e a Proposta Metodológica dos Episódios

de Aprendizagem Situada, EAS. **Revista Educação e Realidade**. v. 40, n. 2. Porto Alegre, 2015.

FREDERICO, Fernando Temporini; GIANOTTO, Dulcineia Ester Pagani. Utilização de softwares no ensino de Física e Matemática: desafios e reflexões. **Diálogos & Saberes**, Mandaguari, v. 9, n. 1, p. 39-59, 2013.

FREINET, Celestin. **La Scuola del Fare**. Bergamo: Junior, 2002.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 41ª edição. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2005.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa** - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

GILROY, Marilyn. **Invasion of the classroom cell phones**. Education Digest, v. 69(6), p. 56-61, 2004.

GONZALEZ, Manuel A. *et al.* Teaching and Learning Physics with Smartphones. 20th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning, Munich 9-11/9, 2015.

GUIDUGLI, Silvia; GAUNA, Cecilia Fernandes; BENEGAS, Julio. Aprendizaje activo de La cinemática lineal y su representación gráfica en La escuela secundaria. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 22, n. 3, p. 463-472, 2004.

HECKLER, Andrew. F.; SCAIFE, Thomas M.; SAYRE, Eleanor C. **Proceedings of the 32 Annual Conference of the Cognitive Science Society**, edited by S. Ohlsson and R. Catrambone. Cognitive Science Society, Austin, TX, 2010, pp. 139-144.

JOHNSON, Larry *et al.* **NMC Horizon Report: Edição Educação Básica 2015**. Austin, Texas: The New Media Consortium. Tradução: Colégio Bandeirantes

KEMMIS, Stephen de Camois; MCTAGGART, Robin. **Como Planificar La Investigación-Accion**. 3ª ed. Barcelona: Alertes, 1998.

KOLB, Liz. **Toy to tools: connecting student cell phones to education**. Washington, DC, USA: International Society for Technology in Education (ISTE), 2008.

LASRY, Nathaniel. Clickers or Flashcards: Is There Really a Difference? **The Physics**

Teacher, v. 46, n. 4, p. 242-244, 2008.

MAZUR, Eric. **Peer instruction: A user's manual**. Pap/Dskt ed. [S.l.] Prentice Hall, Inc., 1997.

MCCONNELL, David *et al.* Using Conceptests to Assess and Improve Student Conceptual Understanding in Introductory Geoscience Courses. *Journal of Geoscience Education*. vol. 54, pp. 61-68. 2006

MENEZES, Luiz Carlos de. Tempo de avaliação. In: X Simpósio Nacional de Ensino de Física, 1993, Londrina. **Atas do X Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Londrina: Sociedade Brasileira de Física, 1993.

MILLER, Kelly *et al.* Conceptual question response times in Peer Instruction classrooms. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research** 10, 2014.

MILLER, Kelly *et al.* Response switching and self-efficacy in Peer Instruction classrooms. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research** 11, 2015.

MIQUELIN, Awdry Feysser. **Contribuições dos meios tecnológicos comunicativos para o ensino de Física na escola básica** [tese]. Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, SC, 2009.

MUENCHEN, Cristiane. DELIZOICOV, Delizoicov. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Revista Ciência e Educação**. (Bauru), v.20, nº3, p. 617-638. Bauru, jul./set. 2014

MORIMOTO, Carlos Eduardo. **Smartphones, guia prático**. Porto Alegre: Sul Editores, 2009.

MÜLLER, Maykon Gonçalves. **Metodologias interativas de ensino na formação de professores de Física: um estudo de caso com o Peer Instruction**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

NICHELE, Aline Grunewald; SCHLEMMER, Eliane. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. **CINTED- Novas Tecnologias na Educação**, v. 12, nº 2, dezembro, 2014.

NOVAK, Gregor. M.; PATTERSON, Evelyn T.; GAVRIN, Andrew D.; CHRISTIAN, Wolfgang. **Just-in-time-teaching: blending active learning with web technology**. Upper Saddle River, N.J. Prentice-Hall, 1999. 188 p.

NOVAK, Gregor M.; MIDDENDORF, Joan. Just-in-Time Teaching: 21st Century Pedagogies. **What works, what matters, what lasts**. V. 4, 2004.

NOVAK, Gregor M.; MIDDENDORF, Joan. **What works – A Pedagogy (Just in Time Teachig)**. V. 4, 2014. Disponível em <http://www.pkal.org/documents/JustInTimeTeaching.cfm>, acessado em 09/06/2015.

OLIVEIRA, Vagner. **Uma proposta de ensino de tópicos de Eletromagnetismo via Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida para o Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

OLIVEIRA, Vagner.; VEIT, Eliane; ARAÚJO, Ives Solano. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, 180 p. 180-206, abr. 2015.

PACHECO, LÍlian Miranda Bastos. Diagnóstico de Dificuldade de Aprendizagem?! **Temas em Psicologia da SBP**, v. 13, nº 1, p.45– 51, 2005.

PARANÁ. Lei Estadual nº 18.118/2014-PR. Dispõe sobre a proibição do uso de aparelhos/equipamentos eletrônicos em salas de aula para fins não pedagógicos no Estado do Paraná. Diário Oficial do Estado do Paraná. Curitiba, 25 jun. 2014. Disponível em: < <https://www.documentos.dioe.pr.gov.br> >. Acesso em: 24 jan 2016.

POSTMAN, Neil. **Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia**. Tradução Reinaldo Guarany. São Paulo: Nobel, 1994.

RAO, Sumangala Sudhakar; DICARLO, Stephen. Peer instruction improves performance on quizzes. **Advances in physiology education**. v. 24, nº. 1, p. 51-55. 2000.

RIBAS, Arilson Sartorelli. **Telefone celular como um recurso didático: possibilidades para mediar práticas do ensino de Física**. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Ponta Grossa-PPGECT, 2012

ROGERS, Carl Ransom. **Liberdade para aprender**. 3. ed. Belo Horizonte: Interlivros, 1977.

SEGAT, Taciana Camera.; GRABAUSCA, Claiton José. **Para além de uma única teoria- o caminho é a construção conjunta de uma teoria da educação.** In: MION, Rejane Aurora; SAITO, Carlos Hiroo. *Investigação-ação: mudando o trabalho de formar professores.* Ponta Grossa: Gráfica Planeta, 2001.

SILVA, Paulo Fernando Zaratini de Oliveira. **Experimentação em óptica nas séries finais do ensino fundamental: uma compreensão fenomenológica.** Dissertação- Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2014.

SOUZA, Paulo Vitor Santos; DONANGELO, Raul. Velocidades média e instantânea no Ensino Médio: uma possível abordagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, 2012

THIOLLENT, Michel Jean Marie; COLETTE, Maria Madalena. Pesquisa-ação, formação de professores e diversidade. **Acta Scientiarum.** Human and Social Sciences. Maringá, v. 36, n. 2, p. 207-216, July-Dec., 2014

UNESCO. Policy guidelines for mobile learning. 2013. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219641e.pdf>>.

VALENTE, José Arnaldo. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista.** Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 4, p. 79-97, 2014. Editora UFPR.

VICENTE, Kim J. **Homens e máquinas.** Tradução Maria Inês Duque Estrada. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

VIEIRA, Alex Soares. **Uma alternativa didática às aulas tradicionais: o engajamento interativo obtido por meio do uso do método *Peer Instruction* (Instrução pelos Colegas).** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

WATKINS, Jessica; MAZUR, Eric. **Just-in-Time Teaching and Peer Instruction.** In: SIMKINS, S.; MAIER, M. (Eds.). *Just-In-Time Teaching: Across the Disciplines, Across the Academy* Just-In-Time Teaching. 1. ed. Sterling: Stylus Publishing, 2010. p. 39-62.

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: Algumas possibilidades da utilização integrada do *Just-in-Time Teaching* e *Peer Instruction* como ferramentas de ensino-aprendizagem de Mecânica no Ensino Médio.

Pesquisador(es), com endereços e telefones:

Engenheiro ou médico ou orientador ou outro profissional responsável

Local de realização da pesquisa:

Endereço, telefone do local:

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa.

O presente estudo visa propor novas formas para aprender Física no Ensino Médio, com a utilização de recursos do telefone celular. A proposta é utilizar-se dos aparelhos celulares para estudar além do horário escolar, com apresentações multimídias (similares as do *power-point*), vídeos sobre os conteúdos estudados, pesquisas na internet, simulações em sites de ensino de Física, etc. Em sala de aula o aparelho celular terá a função de auxiliar na resolução de problemas de Física, com um sistema de votação nas respostas dos problemas. Pretendemos tornar o ensino mais atraente, motivador e dinâmico, de forma que nossos estudantes compreendam os conteúdos e se sintam motivados a estudar cada vez mais.

2. Objetivos da pesquisa.

A pesquisa tem como objetivos promover novas formas para aprender Física utilizando-se dos aparelhos celulares, bem como possibilitar uma aprendizagem mais dinâmica e eficiente. Também é objetivo estimular os estudantes a estudar cada vez mais e em vários momentos além do tempo das aulas.

3. Participação na pesquisa.

Esta pesquisa visa analisar como os estudantes utilizarão seus aparelhos celulares na atividade para o ensino de Física. Por isso a participação da turma é fundamental para que o pesquisador colete e analise os dados da melhor maneira possível. Caro estudante, sua participação é voluntária, opcional e a não participação não acarretará prejuízo algum no seu curso.

4. Confidencialidade.

Todas as informações coletadas serão utilizadas exclusivamente para os fins desta pesquisa, não sendo permitida a divulgação de quaisquer informações para outros fins. Não serão realizadas filmagens e os nomes dos participantes não serão divulgados.

5. Desconfortos, Riscos e Benefícios.

5a) Desconfortos e ou Riscos:

Risco de constrangimentos, que serão minimizados não havendo gravações de sons e imagens e preservando o sigilo na divulgação dos nomes dos estudantes e da escola em que esta pesquisa será realizada.

5b) Benefícios:

Os participantes serão beneficiados por participarem da discussão de novas formas de estudos que poderão alavancar sua aprendizagem.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

6a) Inclusão: Estudantes maiores de 18 anos, matriculados na turma de Física no CEEBJA Laranjeiras do Sul.

6b) Exclusão: Exclusão: serão excluídos os estudantes que apresentarem frequência inferior a 50%

nas aulas durante esta pesquisa.

7) Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo. O estudante participante poderá, a seu critério, deixar de participar desta pesquisa a qualquer momento sem prejuízo algum ao seu curso bem como solicitar esclarecimentos sobre a pesquisa e os dados coletados no período da sua duração.

8) Ressarcimento ou indenização. Como os estudantes serão abordados no próprio local onde já se encontram, não haverá custos e sua participação será voluntária. Caso seja notado algum risco não previsto, acima do aceitável, o participante será encaminhado a um psicólogo da instituição.

B) CONSENTIMENTO (do sujeito de pesquisa ou do responsável legal – neste caso anexar documento que comprove parentesco/tutela/curatela)

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo. Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____
 RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/____ Telefone: _____
 Endereço: _____
 CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____
 Assinatura: _____ Data: ___/___/_____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura _____ pesquisador: _____ Data: _____

 (ou seu representante)
 Nome completo: Everton Donizetti Kiehl

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com _____, via e-mail: _____ ou telefone: _____.

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado
 Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4943, e-mail: coep@utfpr.edu.br

OBS: este documento contém duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao sujeito de pesquisa.

APÊNDICE B - Tutorial para Instalação do PInApp

Tutorial para instalar o aplicativo PInApp no seu celular

1. Acesse configurações > segurança e selecione “ativar fontes desconhecidas”;
2. Transfira o arquivo de instalação para o seu celular por *bluetooth*. Peça para o professor ou algum colega te enviar.
3. Baixe, na *play store*, o “ES file explorer manager” e instale-o. (Talvez esse passo não seja necessário, verifique com o professor).
4. Encontre o arquivo de instalação que foi recebido por *bluetooth* “quizApp07082016-02.apk”, selecione e instale;
5. Conecte seu celular à rede *wifi* “Dlink”. A senha é “fisica123”. Esta é uma rede interna, não tem acesso à internet.
6. Abra o PInApp, faça seu cadastro com nome, *login* e senha (com palavras fáceis; como repetir o seu *login*); Se você já fez o cadastro alguma vez não necessário fazer novamente.
7. Após o acesso, selecione “começar” e já pode responder os testes;
8. Parabéns pelo seu esforço!

Em caso de dúvidas ou problemas chame o professor

APÊNDICE C – Tarefas de Leitura (TL)

Tarefa de leitura 1 - fornecida na 1ª aula.

Estudante: _____ Data: _____

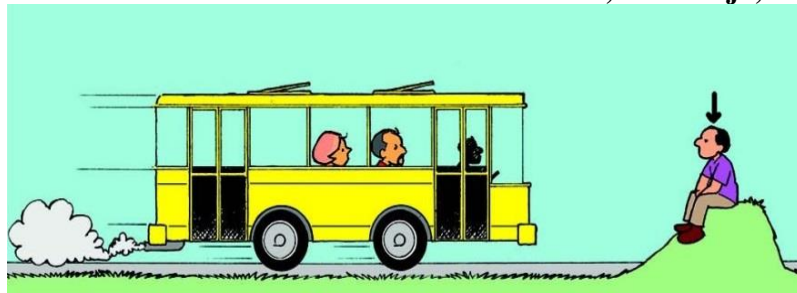
Tarefa de leitura para aula 2: Introdução ao estudo da Cinemática- o estudo dos movimentos realizados sem considerar suas causas.

Alguns conceitos se fazem imprescindíveis para seu entendimento.

Movimento e Referencial

É chamado de referencial o corpo ou ponto em relação ao qual se identifica se o móvel em estudo está em movimento ou em repouso. Sendo assim a noção que venhamos a ter de movimento ou de repouso de um corpo, sempre estará relacionada a outro corpo e dependerá dele para ser definida naquela circunstância. É importante saber também que a forma da trajetória que um corpo descreverá depende do referencial que se adotou. Um corpo está em **movimento** quando sua posição varia, em relação a um referencial, no decorrer do tempo. Caso contrário, haverá repouso. Se você estiver viajando num ônibus, se o referencial for o poste da rua você estará em movimento, mas se o referencial for a pessoa sentada ao seu lado, você estará em repouso.

Lembre-se: todo movimento é relativo, ou seja, depende de um referencial.



Na figura acima, os ocupantes do ônibus estão em movimento? Explique.

Veja vídeos explicativos na internet sobre o tema (movimento e referencial) para auxiliar na compreensão. Anote aqui suas dúvidas para perguntar durante a próxima aula.

A seguir, a TL para aula 3 que foi distribuída na 2ª aula.

Tarefa de leitura para 3ª aula - Tema: velocidade

Estudante: _____ Data: _____

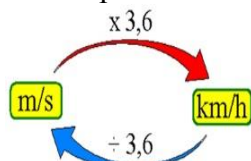
A **velocidade** de um corpo pode ser entendida como a rapidez com que ele executa um movimento. O conceito de velocidade escalar nos dá a ideia numérica da rapidez com que o corpo se movimenta e em que orientação (direção) ele o faz.

Exemplos:

1- Se um automóvel desloca-se entre duas cidades, percorrendo a distância de 120 km em 3 horas, podemos dizer que sua velocidade média foi de 40 km/h. Ou seja, em média, o automóvel percorreu 40km a cada hora.

2- Uma pessoa que gasta 40s para caminhar pela distância de 80m, tem velocidade média de 2 m/s.

Perceba que foram usadas duas medidas de velocidade: quilômetros por hora e metros por segundo. A relação entre estas duas medidas pode ser vista a seguir:



É importante verificar que existe a velocidade instantânea e a velocidade média. Pesquise o significado de cada uma. Veja vídeos na internet sobre o tema: velocidade média.

Cálculos de velocidade média:

Velocidade = deslocamento/tempo ou $v = x / t$



Resolva os seguintes exemplos:

3 – Calcule a velocidade média de um ônibus que se desloca por 140 km de Laranjeiras do Sul à Cascavel em 2 horas.

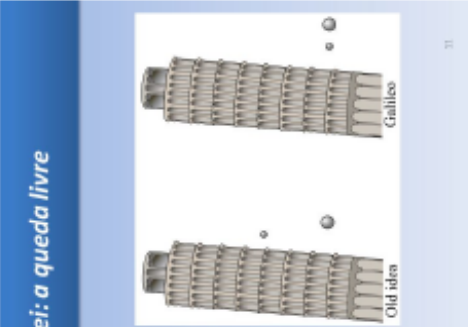
4- Um homem corre 200m em 40 s. Calcule a sua velocidade média.

5- Duas pessoas deslocam-se pela mesma rua e ao mesmo tempo, sendo que uma delas tem velocidade de 2 m/s e a outra 2 km/h. Qual delas tem maior velocidade? Explique.

A seguir, a TL para 4ª aula.

<p style="text-align: center;">Tarefa de leitura – TL para aula 4</p> <p>Estudantes: _____ Data: _____</p> <p>Tema: aceleração</p> <p>1- Responda: o que você pensa que é aceleração?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>2- O que acontece quando aceleramos um objeto?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>A palavra aceleração está presente em muitas situações de nossa vida diária, tanta que até mesmo um dos pedais no carro é chamado de "acelerador". Sempre é associado um movimento. No entanto, o significado dado geralmente não corresponde exatamente ao significado dado na física. Aceleração mede diretamente a rapidez com que a velocidade é alterada. Se um veículo se move ao longo de uma estrada, sua velocidade varia muitas vezes durante a viagem. Essas mudanças na velocidade são causadas porque é impossível mantê-la constante. Durante a uma viagem pode ocorrer situações que obriguem o motorista a aumentar ou diminuir a velocidade.</p> <p>Por exemplo, você pode que perceber que o motorista deve frear bruscamente em situações de emergência ou talvez precise aumentar a velocidade para ultrapassar outro veículo.</p> <p>Em qualquer uma das duas situações, há uma mudança de velocidade. Esta variação de velocidade é medida pela aceleração.</p> <p>Aceleração é um conceito que descreve as alterações na velocidade. Mede a variação de velocidade no tempo.</p> <p>Em outras palavras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • a aceleração é sempre relacionada com uma mudança na velocidade. • A aceleração é grande, se a velocidade de um corpo varia agudamente e é pequena, se a velocidade varia gradualmente; • a aceleração é zero, se a velocidade é constante; • é negativa se a velocidade diminuir. <p>(http://educavita.blogspot.com.br/2013/01/conceitos-e-definicao-de-aceleracao.html)</p> <p>Ao observarmos os eventos que ocorrem no dia-a-dia notamos que é quase impossível que um automóvel se mantenha com uma velocidade constante e mesmo para realizar as tarefas cotidianas sempre muda-se a velocidade que se realiza uma atividade.</p> <p>Exemplos:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>1. Um automóvel freia diante de uma colisão iminente.</p>  <p>2. Apertamos o passo para chegar a tempo a escola.</p> 
<p>Em situações deste tipo é necessário medir quão rápido foi esta mudança de velocidade, assim representa-se esta mudança por ... (http://www.infoescola.com/fisica/aceleracao-escalar/)</p> <p>A aceleração representa:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) velocidade constante; b) alteração na velocidade; c) alta velocidade; d) baixa velocidade. <p>Uma pessoa caminhando pode ter aceleração?</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Sim b) Não c) É impossível uma pessoa ter aceleração. 	<p>Em situações deste tipo é necessário medir quão rápido foi esta mudança de velocidade, assim representa-se esta mudança por ... (http://www.infoescola.com/fisica/aceleracao-escalar/)</p> <p>A aceleração representa:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) velocidade constante; b) alteração na velocidade; c) alta velocidade; d) baixa velocidade. <p>Uma pessoa caminhando pode ter aceleração?</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Sim b) Não c) É impossível uma pessoa ter aceleração.
<p>Caro estudante, caso você tenha dúvidas sobre este conteúdo faça pesquisa em livros, sites, etc.</p> <p>Desafio: o que significa aceleração negativa? Existe aceleração negativa? Explique.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Caro estudante, caso você tenha dúvidas sobre este conteúdo faça pesquisa em livros, sites, etc.</p> <p>Desafio: o que significa aceleração negativa? Existe aceleração negativa? Explique.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

A seguir, a TL para a 5ª aula.

<p>Estudante _____ Tarefa de Leitura para aula 5 _____ Data _____</p>	<p>a mesma para todos os corpos, a aceleração da gravidade, cujo valor é, aproximadamente, $g=9,8 \text{ m/s}^2$.</p>
<p>Queda livre O movimento de queda livre foi estudado primeiramente por Aristóteles. Ele foi um grande filósofo grego que viveu aproximadamente em 300 a.C. Aristóteles afirmava que se duas pedras caíssem de uma mesma altura, a mais pesada atingiria o solo primeiro. Tal afirmação foi aceita durante vários séculos tanto por Aristóteles quanto por seus seguidores, pois não tiveram a preocupação de verificar tal afirmação. Séculos mais tarde, mais precisamente no século XVII, um famoso físico e astrônomo italiano chamado Galileu Galilei, introduziu o método experimental e acabou por descobrir que o que Aristóteles havia dito não se verificava na prática. Considerado o pai da experimentação, Galileu acreditava que qualquer afirmativa só poderia ser confirmada após a realização de experimentos e a sua comprovação. No seu experimento mais famoso ele, Galileu Galilei, repetiu o feito de Aristóteles. Estando na Torre de Pisa, abandonou ao mesmo tempo esferas de pesos diferentes e verificou que elas chegavam ao solo no mesmo instante.</p>	<p>Galileu Galilei: a queda livre</p> <p>Galileu estudou o movimento de queda livre. Liberando esferas do alto da Torre de Pisa, ele verificou que o tempo de queda dos objetos não dependia da massa desses objetos.</p> 
<p>Quando dois corpos quaisquer são abandonados, no vácuo ou no ar com resistência desprezível, da mesma altura, o tempo de queda é o mesmo para ambos, mesmo que eles possuam pesos diferentes.</p> <p>Se não houvesse a resistência do ar, todos os corpos, de qualquer peso ou forma, abandonados da mesma altura, nas proximidades da superfície da Terra, levariam o mesmo tempo para atingir o solo. Esse movimento é conhecido como queda livre. O movimento de queda livre é uniformemente acelerado. A trajetória é retilínea, vertical e a aceleração é</p>	<p>Responda:</p> <p>1- O que é queda livre?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Quando dois corpos quaisquer são abandonados, no vácuo ou no ar com resistência desprezível, da mesma altura, o tempo de queda é o mesmo para ambos, mesmo que eles possuam pesos diferentes.</p> <p>Se não houvesse a resistência do ar, todos os corpos, de qualquer peso ou forma, abandonados da mesma altura, nas proximidades da superfície da Terra, levariam o mesmo tempo para atingir o solo. Esse movimento é conhecido como queda livre. O movimento de queda livre é uniformemente acelerado. A trajetória é retilínea, vertical e a aceleração é</p>	<p>2- Se do alto de uma torre um estudante deixa cair dois objetos, que caem livremente até o chão, qual deles chegará ao solo primeiro: o mais pesado ou o mais leve? Explique.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Quando dois corpos quaisquer são abandonados, no vácuo ou no ar com resistência desprezível, da mesma altura, o tempo de queda é o mesmo para ambos, mesmo que eles possuam pesos diferentes.</p> <p>Se não houvesse a resistência do ar, todos os corpos, de qualquer peso ou forma, abandonados da mesma altura, nas proximidades da superfície da Terra, levariam o mesmo tempo para atingir o solo. Esse movimento é conhecido como queda livre. O movimento de queda livre é uniformemente acelerado. A trajetória é retilínea, vertical e a aceleração é</p>	<p>3- Por que os objetos caem? Qual é a causa da queda dos corpos?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

APÊNDICE D - Testes Conceituais

A seguir, os testes conceituais que foram resolvidos pelo PInApp.

TC n° 9

Uma pessoa repousa num sofá em seu lar. É correto afirmar que:

- a) esta pessoa está em movimento em relação à Terra.
- b) esta pessoa não possui movimento, qualquer que seja o referencial adotado.
- c) esta pessoa está em repouso em relação à Terra.
- d) esta pessoa está em repouso em relação ao Sol.
- e) esta pessoa está em repouso em relação à Lua.

TC n° 16

No verão brasileiro, andorinhas migram do hemisfério norte para o hemisfério sul numa velocidade média de 30 km/h. Se elas voam 8 horas por dia, qual a distância percorrida por elas num dia?

- a) 48 km
- b) 110 km
- c) 150 km
- d) 200 km
- e) 240 km

TC n° 17

Um atleta olímpico corre a prova dos 100m rasos em 10s. Sua velocidade média, neste percurso, é de:

- a) 5 km/h
- b) 12 km/h
- c) 28 km/h
- d) 36 km/h
- e) 45 km/h

TC n° 19

O tempo gasto para reagir a um estímulo influencia diversas situações cotidianas, como o trânsito. Ao ver um obstáculo à frente ou ao perceber qualquer outro estímulo, antes que o freio seja acionado, o cérebro do motorista precisa processar a informação e gerar a contração muscular que acionará os freios. O tempo gasto para isso ocorrer corresponde ao tempo de reação. Enquanto esse processo ocorre, o carro continua seu deslocamento. Considere um

automóvel que se desloca a 108 km/h quando o motorista avista um sinal de parada. Se este motorista tem um tempo de reação de 0,4s, calcule a distância percorrida pelo automóvel durante o tempo de reação do motorista.

- a) 5m
- b) 12m
- c) 16m
- d) 17m
- e) 23m

TC n° 21

Dizer que um corpo realiza um movimento com a aceleração de 5m/s^2 significa que:

- a) em cada segundo o móvel se desloca 5m;
- b) em cada segundo a velocidade aumenta de 5m/s ;
- c) em cada segundo a aceleração aumenta de 5m/s ;
- d) em cada segundo a velocidade diminui de 5m/s ;
- e) a velocidade é constante e igual a 5m/s

TC n° 24

Uma revista automobilística divulgou recentemente que um determinado modelo de automóvel pode desenvolver aceleração de $2,3\text{ m/s}^2$. Nessas condições, calcule em quanto tempo este automóvel atinge 100 km/h, partindo do repouso.

- a) 7s
- b) 8s
- c) 10s
- d) 12s
- e) 16s

TC n° 26

Uma cobra cascavel pode desenvolver um aceleração de 50 m/s^2 durante o bote. Se uma cobra desloca sua cabeça por 0,5m durante o bote, calcule o tempo leva para a cobra sair do repouso e atingir a presa.

- a) 0,07s
- b) 0,14s
- c) 0,20s
- d) 0,26s
- e) 0,34s

TC n° 27

Do galho mais alto de uma laranjeira desprende-se uma laranja madura, que cai livremente por 1,2s até atingir o solo. Calcule a altura da queda da laranja.

- a) 4m
- b) 7,2m
- c) 8,5m
- d) 9,3m
- e) 12,5m

TC n° 29

Em um edifício em construção, um operário desatento deixa cair uma ferramenta que cai livremente por 45m (aproximadamente 15 andares) até atingir o solo. Desprezando-se a resistência do ar e adotando $g=10 \text{ m/s}^2$, calcule a velocidade com que a ferramenta atinge o solo.

- a) 10 m/s
- b) 17 m/s
- c) 22 m/s
- d) 30 m/s
- e) 41 m/s

TC n° 30

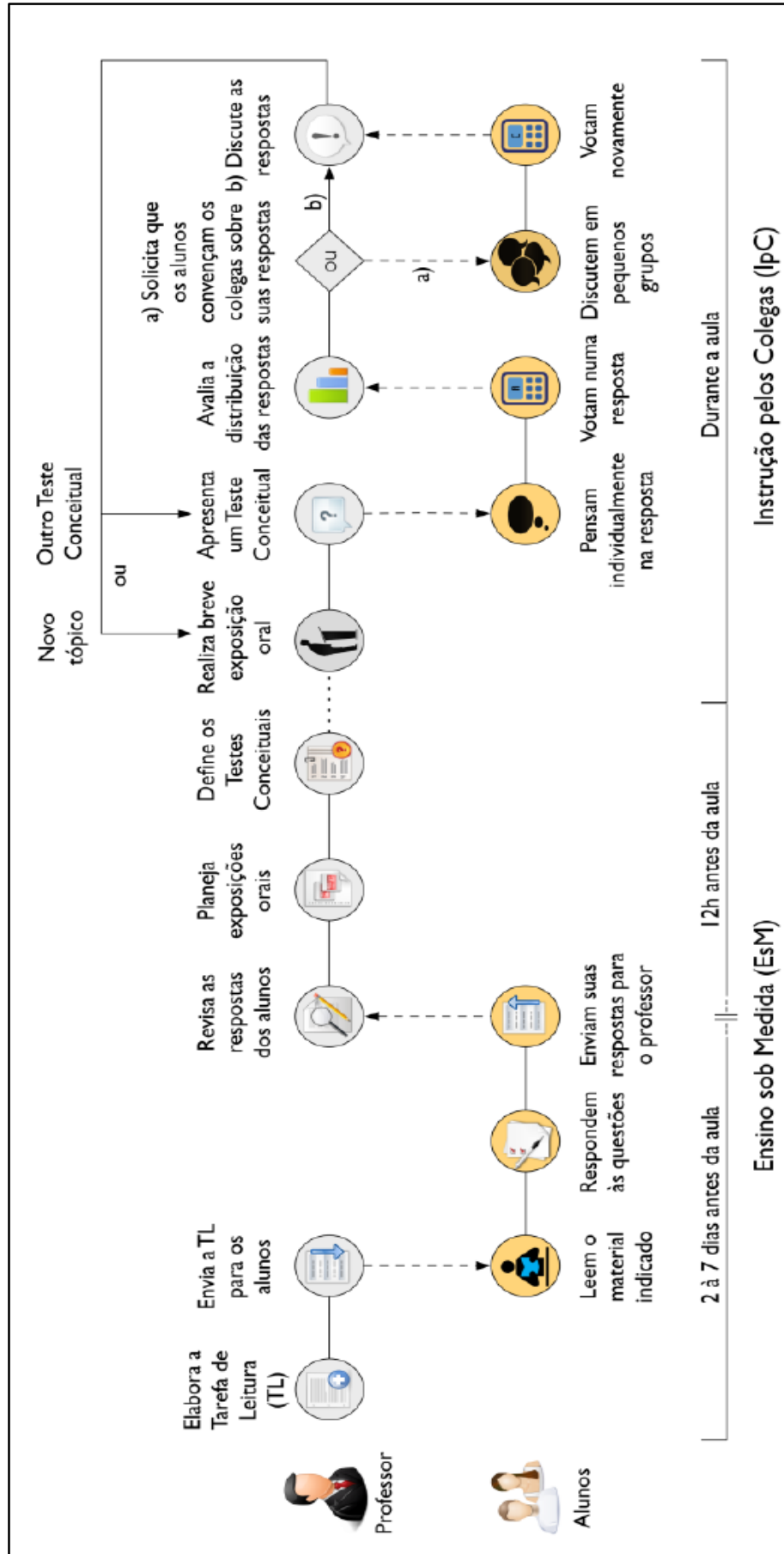
Durante seu merecido descanso em um feriado, um estudante de Física observou duas laranjas caindo de uma mesma altura ao se desprenderem da árvore. Ao medir as massas das duas frutas, obteve valores diferentes e passou a redigir um relatório sobre o acontecimento. Desconsiderando a resistência do ar, o relatório do estudante poderia conter a seguinte informação:

- a) A laranja de maior massa chegou antes que a outra ao solo.
- b) A laranja de menor massa chegou antes que a outra ao solo.
- c) A laranja de maior massa fica sujeita a uma maior aceleração.
- d) Ambas as laranjas chegam juntas ao solo.
- e) O tempo de queda das laranjas independe do valor da aceleração.

Respostas

- 9 - C
- 16- E
- 17- D
- 19- B
- 21- B
- 24- D
- 26- B
- 27- B
- 29- D
- 30- D

ANEXO A - Sequência Proposta Para o Uso Integrado do JiTT e PI



Fonte: Araújo e Mazur (2013), p.374, apud Müller (2013).