



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Sociedade Brasileira de Física
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Marlon Vinícius Rios de Faria Queiroz

**PROPOSTA DIDÁTICA DIFERENCIADA BASEADA NO MÉTODO
“PEER INSTRUCTION” PARA A APRENDIZAGEM DE “TRABALHO
E ENERGIA” NO ENSINO MÉDIO**

Campos dos Goytacazes/RJ
2018, 2º Semestre



Marlon Vinícius Rios de Faria Queiroz

PROPOSTA DIDÁTICA DIFERENCIADA BASEADA NO MÉTODO “PEER
INSTRUCTION” PARA A APRENDIZAGEM DE “TRABALHO E ENERGIA” NO
ENSINO MÉDIO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Wander Gomes Ney

Campos dos Goytacazes/RJ
2018, 2º Semestre

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

Q965p

Queiroz, Marlon Vinicius Rios de Faria
PROPOSTA DIDÁTICA DIFERENCIADA BASEADA NO MÉTODO
"PEER INSTRUCTION" PARA A APRENDIZAGEM DE "TRABALHO
E ENERGIA" NO ENSINO MÉDIO / Marlon Vinicius Rios de Faria
Queiroz, Marlon Vinicius Rios de Faria Queiroz - 2018.
106 f.: il. color.

Orientador: Wander Gomes Ney

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado
Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ,
2018.

Referências: f. 65 a 68.

1. Ensino de Física. 2. Peer Instruction. 3. Enem. 4. Aprendizagem
ativa. 5. Educação. I. Queiroz, Marlon Vinicius Rios de Faria. II. Ney,
Wander Gomes, orient. III. Título.

PROPOSTA DIDÁTICA DIFERENCIADA BASEADA NO MÉTODO “PEER
INSTRUCTION” PARA A APRENDIZAGEM DE “TRABALHO E ENERGIA” NO
ENSINO MÉDIO

Marlon Vinícius Rios de Faria Queiroz

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 7 de fevereiro de 2019.

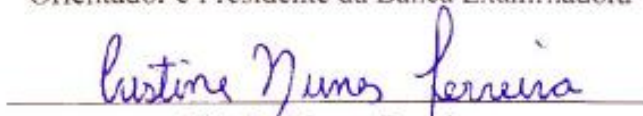
Banca Examinadora:



Wander Gomes Ney

Doutor em Física – CBPF

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – *Campus* – Campos-Centro
Orientador e Presidente da Banca Examinadora



Cristine Nunes Ferreira

Doutora em Física – CBPF

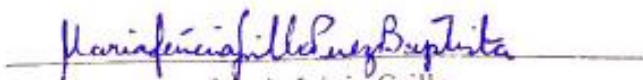
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – *Campus* – Campos-Centro



José Luís Boldo

Doutor em Física – CBPF

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – *Campus* – Campos-Centro



Maria Lúcia Grillo

Doutora em Física - UFRJ

Universidade Estadual do Rio de Janeiro

Campos dos Goytacazes/RJ
2018, 2º Semestre

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha grande companheira e amor da minha vida, minha esposa Dayse pelo apoio incondicional e pelas doces palavras de incentivo para a construção deste projeto. Também ofereço essa conquista aos meus pais Rosenilton e Teresa, pelo apoio e orações pela concretização desse sonho. E por fim, mas não menos importante, dedico essa vitória aos meus mestres que ao longo da jornada me encheram de conhecimento e motivação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, Todo-Poderoso, por me abençoar e orientar na realização desse sonho tão desejado.

Agradeço imensamente ao professor Dr. Wander Gomes Ney por compartilhar todo seu conhecimento, na orientação desse projeto, pelo incentivo e confiança no meu trabalho.

Agradeço imensamente a professora Dra. Renata Lacerda Caldas, coordenadora do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Pólo IFF, por todo apoio e suporte oferecidos ao longo dessa jornada.

Agradeço aos meus mestres, grandes professores, por todas as aulas, por todo ensinamento, cada palavra dita e pela confiança e incentivo para que esta dissertação fosse produzida.

Agradeço ao IFF, minha casa estudantil desde 1997, e a todos os profissionais ligados ao núcleo de pós-graduação do instituto, por todo apoio e orientações ao longo do curso.

Agradeço ao MNPEF pela grande oportunidade de desenvolvimento desse projeto acadêmico em nossa cidade.

Agradeço ao CENSA, sua direção e coordenação pedagógica e aos alunos do 1º ano do ensino médio de 2017, pelo total apoio e colaboração na aplicação dessa pesquisa.

Agradeço a todos os meus ilustres amigos da turma 2016.1, Leandro, Amâncio, Alice, Fabiano, Nicolas e Walter, por todos os momentos juntos nesses anos de aprendizado.

Agradeço a toda minha família, pela compreensão nos momentos de ausência pelas atividades concernentes ao projeto, pelas orações e apoio a todo tempo.

RESUMO

PROPOSTA DIDÁTICA DIFERENCIADA BASEADA NO MÉTODO “PEER INSTRUCTION” PARA A APRENDIZAGEM DE “TRABALHO E ENERGIA” NO ENSINO MÉDIO

Marlon Vinícius Rios de Faria Queiroz

Wander Gomes Ney

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Observa-se que o ensino tradicional de Física tem sido estruturado principalmente em aulas expositivas, centrado no professor, enquanto os estudantes têm uma participação mais passiva nesse processo. Outra questão é o predomínio de apresentação e aplicação de fórmulas enquanto é dada menor importância à conceitualização. Ensina-se uma Física que é muito importante, mas com poucas conexões com o cotidiano do estudante. Dessa forma, faz-se necessário uma abordagem que retire o aluno da passividade na aula e o coloque no centro do processo de aprendizagem, em que suas experiências, já existentes, sejam levadas em consideração. A proposta desta dissertação é apresentar e analisar aplicação de um produto educacional baseado em aprendizagem ativa que utiliza o método *Peer Instruction*, com objetivo de contribuir na aprendizagem de “Trabalho e Energia” no Ensino Médio. O principal diferencial desse método é a priorização da abordagem conceitual e de partir da ideia que a melhor forma de o aluno aprender é com as explicações de seus colegas com a mediação do professor. No *Peer Instruction*, o professor deixa de ser o centro do processo de aprendizagem, e o aluno passa a ter uma função mais ativa antes, durante e depois da aula, com discussões e abordagens que relacionam o seu cotidiano com a Física apresentada nos materiais educacionais. O referencial teórico utilizado para esse produto foi a teoria sócio interacionista de Vygotsky, por considerar que a interação social, a partir de discussões e atividades em grupos, são importantes na aprendizagem do aluno em sala de aula. O produto educacional se baseia em uma apostila que apresenta uma proposta de intervenção didática utilizando o método *Peer Instruction* com o aplicativo *Socratic* em aulas sobre “trabalho e energia”. Este material pode ser reproduzido e/ou adaptado pelo docente para uso em suas salas de aula. O produto educacional foi aplicado em três turmas de 1º ano do Ensino Médio do CENSA (Centro Educacional Nossa Senhora Auxiliadora) e os resultados da aplicação se apresentaram muito relevantes, com alunos apresentando grande satisfação ao modelo de aula utilizado.

Palavras-chave: Ensino de Física, Peer Instruction, ENEM.

Campos dos Goytacazes/RJ
2018, 2º Semestre

ABSTRACT

DIFFERENTIATED DIDACTIC PROPOSAL BASED ON THE "PEER INSTRUCTION" METHOD FOR LEARNING "WORK AND ENERGY" IN HIGH SCHOOL

Marlon Vinícius Rios de Faria Queiroz

Wander Gomes Ney

Master's dissertation presented to the Program of Graduate Studies at the Federal Institute of Education, Science and Technology Fluminense, in the Course of Professional Master of Physical Education (MNPEF) as part of the requirements for obtaining the Master's degree in Physical Education.

It is observed that the traditional teaching of Physics, in which the lectures of content have a prominent place and the teacher assumes the role of main holder of knowledge, has been unable to arouse real learning in the students. On several occasions, physics is observed by the students as a "mathematics very difficult to solve in the exercises". Physics is taught that is very important but does not establish ties with the student's daily life. It takes a new approach that takes the student out of the passivity of the classroom and puts him at the center of the learning process where his existing experiences can be considered and his "common sense" can be heard and debated. The proposal in this dissertation is to evaluate the extent to which a didactic intervention using the "Peer Instruction" method, created in 1991 by the professor of Physics of the University of Harvard, Dr. Eric Mazur, can contribute to the learning of the content "Work and Energy" in the High School. The method prioritizes the conceptual approach and is based on active learning. Having reference in Vygotsky's socio-interactionist theory, some aspects related mainly to social interaction among students are presented, presenting results of how the discussions and activities in pairs or small groups can produce significant changes in the student's learning in the classroom. In Peer Instruction, the teacher ceases to be the center of the learning process, and the student starts to play an extremely active role before, during and after the class, with discussions and approaches that relate his daily life to the Physics presented in the materials education. From this work, a didactic product about the use of the method and other resources (like the Socratic application) with teacher application material was elaborated. This material can be reproduced and / or adapted by the teacher for use in their classrooms. The educational product was applied in three high school classes of CENSA (Centro Educacional Nossa Senhora Auxiliadora) and the results of the application were extremely relevant with students presenting great satisfaction to the classroom model used.

Keywords: Physics education, Peer Instruction, ENEM.

Campos dos Goytacazes/RJ

2018, 2º Semestre

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Fluxograma do <i>Peer Instruction</i>	..... 25
Figura 2:	Professores em Treinamento numa aula com <i>Peer Instruction</i> usando os <i>Flashcards</i>.	..... 26
Figura 3:	Gráfico $F \times s$ representando o cálculo do trabalho através da Área	.....29
Figura 4:	Captura de tela inicial do Socrative	..... 39
Figura 5:	Fluxograma da IpC	..... 40
Figura 6:	Captura de tela da aula 1.01 – Conceito de Energia, no <i>Youtube</i>	..... 41
Figura 7:	Captura de tela da aula 2.01 – Conceito de Trabalho, no <i>Youtube</i>	..... 42
Figura 8:	Captura de tela da aula 3 – Conservação da Energia Mecânica	..... 43
Figura 9:	Entrada principal do CENSA	..... 45
Figura 10:	Texto inicial de uma apostila de Física do 1º ano do EM	..... 48
Figura 11:	Uso do QR Code e site acessado pela leitura do código	..... 48
Figura 12:	Respostas enviadas ao aplicativo do professor	..... 51
Figura 13:	Alunos em discussão aos pares na aula	..... 52
Figura 14:	Momentos de aula com uso da IpC	..... 53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Cronograma de execução do produto didático	49
Tabela 2:	Distribuição das intervenções por discussão aos pares ocorridas nas aulas	55
Tabela 3:	Tabela de quantitativo de gabaritos revertidos após uso da IpC	56
Tabela 4:	Análise da 1ª questão no questionário avaliativo das aulas usando a IpC	59
Tabela 5:	Análise da 2ª questão no questionário avaliativo das aulas usando a IpC	59
Tabela 6:	Análise da 3ª questão no questionário avaliativo das aulas usando a IpC	59
Tabela 7:	Análise da 4ª questão no questionário avaliativo das aulas usando a IpC	60
Tabela 8:	Análise da 5ª questão no questionário avaliativo das aulas usando a IpC	60
Tabela 9:	Análise da 6ª questão no questionário avaliativo das aulas usando a IpC	61
Tabela 10:	Análise da 7ª questão no questionário avaliativo das aulas usando a IpC	61

LISTA DE SIGLAS

CENSA – Centro Educacional Nossa Senhora Auxiliadora

EM – Ensino Médio

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

IFF – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

IpC – Instrução pelos Colegas

PI – Peer Instruction

MEC – Ministério da Educação

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 A teoria sócio interacionista de Vygotsky.....	17
2.2 Estratégias de Aprendizagem Ativa.....	21
2.2.1 Flipped Classroom: A Sala de Aula Invertida	22
2.2.2 Peer Instruction.....	23
2.3 Trabalho, Energia e Potência	27
2.3.1 A Energia Cinética	27
2.3.2 Trabalho de Forças	28
2.3.3 Teorema da Energia Cinética	29
2.3.4 A Energia Potencial	30
2.3.5 Potência	31
3. METODOLOGIA.....	33
3.1 O Ensino de Física no Brasil.....	33
3.1.1 O cenário educacional da aplicação do produto	34
3.1.2 O material didático.....	35
3.2 A pesquisa.....	36
3.2.1 Os sujeitos.....	36
3.2.2 Os instrumentos.....	37
4. DESCRIÇÃO DO PRODUTO.....	38
4.1 Considerações Iniciais.....	38

4.2 O produto.....	38
5. APLICAÇÃO DO PRODUTO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	45
5.1 A Instituição de aplicação.....	45
5.2 As turmas da aplicação.....	46
5.3 Aplicação do produto educacional.....	49
5.4 Discussão de resultados.....	54
5.4.1 A interação social no processo de aprendizagem com o <i>Peer Instruction</i>	54
5.4.2 Os testes conceituais e as discussões aos pares.....	55
5.4.3 Dificuldades na aplicação do produto.....	56
5.4.4 A avaliação do produto educacional.....	57
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
REFERÊNCIAS.....	65
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	69
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PI.....	105

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas mostram que o ensino tradicional de Física, na qual a aula expositiva dos conteúdos tem lugar de destaque e o professor assume o centro do processo, como principal detentor dos conhecimentos, tem se mostrado ineficaz no processo de aprendizagem dos alunos (CROUCH; MAZUR, 2001; DANCY; HENDERSON, 2010). Ao longo das aulas, a Física costuma ser observada passivamente pelos alunos como uma “matemática muito difícil de se resolver nos exercícios”. De igual modo, o professor, inúmeras vezes, mesmo sabendo que algo precisa ser mudado, não consegue estabelecer uma forma de tornar os conteúdos melhor aplicados à realidade dos dias atuais. Dessa forma, pouco se percebe, para o aluno, uma conexão entre o seu cotidiano e a Física da sala de aula que o mesmo frequenta todos os dias.

O professor enfrenta o desafio de propiciar aos educandos meios para que estes sejam engajados ativamente no processo de aprendizagem e que percebam a relevância da Física no dia a dia. No entanto, sabemos que são imensos os desafios a serem vencidos. O trecho abaixo reafirma isso de forma direta:

Tornar o aluno um agente ativo, (co)responsável pelo processo de ensino e aprendizagem é algo mais fácil de defender do que colocar em prática, principalmente quando o professor está à frente de uma classe numerosa, com alunos pouco interessados, sempre assombrado pelo fantasma da evasão. (ARAUJO, MAZUR, 2013, p. 364).

Mudar uma postura, um comportamento, que já vem sendo repetido durante anos e anos, não é uma tarefa nada animadora, mas tem se revelado como a única atitude que pode nos ajudar a conter esse desânimo por parte do aluno que toma nota, dia após dia, de tudo que é colocado no quadro da sala de aula e mesmo assim não consegue desenvolver bem aqueles conteúdos em aplicações práticas da sua realidade de vida.

Trazendo esta discussão para o cenário educacional no Brasil, nos defrontamos com índices bastante negativos no processo ensino-aprendizagem de Física. Em exames, como por exemplo, o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), que é usado para ingresso na maior parte das universidades públicas do país, é percebido o quanto tem sido ineficiente o modelo de ensino tradicional replicado nas salas de aula.

Uma nova abordagem que retire o aluno da passividade da sala de aula e o coloque no centro do processo de aprendizagem, em que suas experiências já existentes possam ser levadas em consideração e que o seu conhecimento prévio possa ser ouvido e debatido em uma linguagem mais eficiente, se torna urgente nos dias atuais.

Pesquisas já foram produzidas acerca dessa inquietação e muitos resultados divulgados levaram a diversas metodologias ativas de ensino. Nessas, são estimuladas as interações, com maior participação cognitiva dos alunos, com intuito de superar a deficiência experimentada pelas aulas tradicionais.

Mesmo com uma gama de metodologias, existem pontos em comum extremamente relevantes, como a valorização de parte do tempo da sala de aula para que os alunos desenvolvam tarefas semiestruturadas, em pequenos grupos, orientados pelo professor. A intenção é fazer com que esses alunos aprendam os conceitos que lhes foram apresentados de forma cooperativa e sejam capazes de desenvolver ideias a partir de tais conteúdos.

No cenário internacional, algumas iniciativas para o enfrentamento desse desafio merecem destaque por terem conseguido modificar, com sucesso, a dinâmica de sala de aula e alcançado, sistematicamente, resultados positivos tanto na aprendizagem conceitual de conteúdos científicos quanto no desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais (CROUCH; MAZUR, 2001; CROUCH *et al.*, 2007; JAMES, 2006; TURPEN; FINKELSTEIN, 2009, 2010).

Mais especificamente, neste trabalho, nos referimos ao método ativo de ensino *Peer Instruction*, em uma tradução livre *Instrução pelos Colegas* (IpC). Esta proposta vem sendo desenvolvida desde a década de 90 do século passado pelo Prof. Dr. Eric Mazur da Universidade de Harvard (EUA) (MAZUR, 1997). O método vem sendo amplamente aplicado em diversas escolas e universidades em todo o mundo.

De modo geral, o IpC 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. (ARAÚJO e MAZUR, 2013, p. 364)

A proposta nessa dissertação é avaliar em que medida uma intervenção didática utilizando o método “Peer Instruction” pode contribuir para a aprendizagem da temática “Trabalho e Energia” em Física no Ensino Médio.

Como resultado de toda a pesquisa, foi elaborado um produto didático na forma de uma apostila do professor, contendo um tutorial acerca da estratégia do IpC, bem como um segundo tutorial do uso do aplicativo *Socrative*, utilizado como ferramenta no processo de aplicação do método. Ainda no produto, encontram-se os links de vídeos, que foram produzidos para a aplicação e que poderão ser utilizados nas etapas de pré-aula – explicadas no capítulo a seguir – e listas de problemas que podem ser utilizados na aplicação do método IpC. A intenção é que

este material elaborado sirva para promover uma mudança no comportamento da sala de aula do docente que desejar utilizá-lo. Convém mencionar que pelo dinamismo do método, inúmeras são as adaptações e inserções que podem ser feitas ao material tornando cada vez mais rico e com uma identidade própria de cada professor.

A aplicação do IpC foi feita em uma escola particular CENSA (Centro Educacional Nossa Senhora Auxiliadora) da cidade de Campos dos Goytacazes/RJ em três turmas de 1º ano do Ensino Médio regular que possuem um enfoque direcionado para cursos de Medicina (112) e o ENEM (113 e 114). A escola possui como grande característica a constante busca por novas metodologias que aprimorem a qualidade do ensino e contribuam de forma significativa para a formação do indivíduo como cidadão ético e competente.

Como dentro do próprio IpC o aluno já vai sendo avaliado através de suas respostas e discussões em testes conceituais, os dados foram sendo obtidos a cada aula e analisados de forma qualitativa e apresentados neste trabalho. Juntamente a esta tarefa adicionou-se os resultados das entrevistas feitas duas semanas após a aplicação da última aula com a metodologia.

No capítulo 2, procurou-se conhecer mais de perto os fundamentos que norteiam o método IpC criado pelo professor Mazur, bem como estabelecer a relevância da Teoria de Aprendizagem de Vygotsky no âmbito dos seus parâmetros acerca da interação social entre indivíduos. Essa interação entre alunos foi determinante para o sucesso da estratégia de aprendizagem.

O capítulo 3, versa acerca da metodologia da pesquisa, tratando de como foi elaborada a mesma, com a descrição do tipo de pesquisa, cenário em que ela é aplicada e com a definição dos sujeitos e instrumentos.

No capítulo 4, apresenta-se o produto educacional criado no processo de construção da pesquisa e que está na íntegra no Apêndice A da dissertação. Detalha-se seu processo de construção, objetivos e também como o professor pode melhor usufruir do uso do material em sua sala de aula.

No capítulo 5 é abordada a discussão acerca da aplicação e análise do produto didático, descrevendo seu processo de aplicação, suas etapas, confrontando as expectativas e realidades, detalhando a coleta de dados e apresentando os resultados obtidos e suas análises finais.

Por fim, no último capítulo, são feitas as considerações finais acerca da pesquisa, sua relevância para professores e alunos que participaram na aplicação do método, e comentários finais acerca do material didático produzido.

2. REFERENCIAIS TEÓRICOS

Neste segundo capítulo são expostos os fundamentos teóricos que irão embasar a pesquisa, dando o entendimento acerca da construção do conhecimento científico e justificando as escolhas feitas para a elaboração do produto e da dissertação.

2.1 – A TEORIA SÓCIO INTERACIONISTA DE VYGOTSKY

Lev Semenovich Vygotsky, nasceu em 17 de novembro de 1896, em Orsha, uma pequena cidade provinciana da Bielo-Rússia (VIEIRA; GHEDIN, 2012). Descendia de uma família judaica, com mais sete irmãos, e sua educação até os 15 anos se deu com professores particulares, na própria casa. Cresce com um grande apetite para a leitura e o aprendizado de outros idiomas, bem como uma notável curiosidade por diversos temas. Vygotsky se casou aos 28 anos com Roza Smekhova, com quem teve duas filhas. No entanto, teve uma vida curta devido a uma tuberculose que o levou a morte aos 37 anos de idade (REGO, 1995).

Na sua formação acadêmica, concluiu o curso de Direito e também em Literatura em Moscou, mas também se aventurou no curso de História e Filosofia, mesmo sem ter obtido titulação nestas áreas (LEPRE, 2008).

Estudar a proposta de Vygotsky é mergulhar num trabalho complexo de um projeto de psicologia que tivesse êxito em explicar as necessidades práticas do homem, num contexto após a revolução socialista na Rússia de 1917 (LUCCI, 2006).

Em aproximados dez anos, ele consegue uma notável produção acadêmica com quase 180 trabalhos, segundo Bonin (1996), criando uma rede complexa, diversificada mas ao mesmo tempo aberta de importantes conhecimentos acerca do comportamento humano.

No contexto do nascimento das ideias de Vygotsky, tem-se uma Rússia castigada pela guerra, em que tudo precisava ser reerguido, inclusive a educação, com uma taxa de analfabetismo que girava em torno de 70% (LUCCI, 2006).

Além de todas as dificuldades diretas promovidas pelos desgastes da revolução, agora a teoria marxista deveria ditar as regras de como a nação russa deveria ser transformada. A nova ciência deveria passar também por esse caminho da filosofia marxista. Nas palavras de Lucci (2006), temos uma visão da complexidade desse cenário:

O desafio era grande, principalmente, porque não havia unicidade, entre os marxistas russos, sobre a interpretação do materialismo. A controvérsia entre eles os dividia em duas correntes: uma mecanicista e outra dialética. Segundo os mecanicistas, a ciência

já é auto-suficiente e descobre suas próprias leis por meio da pesquisa; já os dialéticos defendiam um princípio exploratório aberto e não determinista, acreditando que os eventos são dependentes da ação humana, ou seja, a consciência é uma característica humana, e é ela que favorece a disposição para a construção dos eventos (LUCCI, 2006, p.3).

Dada a preocupação com a gênese da cultura é que Vygotsky se interessa pela psicologia, trazendo em si o entendimento do homem como construtor de sua cultura (MOLON, 1995). Ele não admitia que a psicologia clássica possuísse as respostas acerca dos processos e mecanismos psicológicos dos indivíduos. Assim, se contrapõe com uma teoria da gênese e natureza social dos processos psicológicos superiores (LUCCI, 2006).

A construção de sua proposta está numa psicologia baseada no método e nos princípios do materialismo dialético. Tal proposta visa compreender melhor o aspecto cognitivo a partir da descrição e explicação das chamadas funções psicológicas superiores, que na visão de Vygotsky eram determinadas histórica e culturalmente (BRAZ, 2014).

As concepções de Vygotsky sobre o funcionamento do cérebro humano fundamentam-se em sua ideia de que as funções psicológicas superiores são constituídas ao longo da história social do homem. Na sua relação com o mundo, mediada pelos instrumentos e símbolos desenvolvidos culturalmente, o ser humano cria as formas de ação que o distingue dos animais (OLIVEIRA, 1992, p.24).

Segundo Vygotsky (1996, p.45), os processos mentais superiores são desenvolvidos no ser humano, e podem ser entendidos como o controle consciente do comportamento, a ação intencional e a liberdade do indivíduo em relação às características do tempo e espaço presentes. O desenvolvimento mental é marcado então pela interiorização das funções psicológicas.

Para Vygotsky, é na interiorização de instrumentos e signos, produzidos culturalmente, que se dá o desenvolvimento cognitivo. A combinação do uso de instrumentos e signos é característica apenas do ser humano e permite o desenvolvimento de funções mentais ou processos psicológicos superiores (MOREIRA, 1999, p.111)

De acordo com Moreira (2009), na teoria vygotskyana, tem-se uma mediação, que se refere ao processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação. Assim, a relação deixa de ser direta e passa a ser mediada por um elemento. Vygotsky classificou dois tipos de mediadores: os instrumentos e signos.

“Os instrumentos são meios externos utilizados pelos indivíduos para interferir na natureza, mudando-a e, conseqüentemente, provocando mudanças nos mesmos indivíduos” (LUCCI, 2002, p.140). É perceptível que a teoria de Vygotsky possuía uma concepção de

desenvolvimento cultural do ser humano por meio de instrumentos, como a linguagem por exemplo, considerada por ele como o instrumento do pensamento (LUCCI, 2006).

O próprio Vygotsky considerava que a aquisição da linguagem era o grande momento do desenvolvimento cognitivo, um verdadeiro salto de qualidade nas funções superiores como afirma Lucci (2006).

Na visão de Rego (1998), o indivíduo se relaciona com o ambiente dada a mediação com o uso de signos e instrumentos, estabelecendo um contato com a cultura. Nesse sentido, é inegável o papel da linguagem como o principal mediador na formação e desenvolvimento das funções psicológicas superiores. “Ela constitui um sistema simbólico, elaborado no curso da história social do homem, que organiza os signos em estruturas complexas permitindo, por exemplo, nomear objetos, destacar suas qualidades e estabelecer relações entre os próprios objetos” (LUCCI, 2006).

De acordo com Vygotsky, a linguagem materializa e constitui significações construídas no processo social e histórico. Quando os indivíduos a interiorizam, passam a ter acesso a estas significações que, por sua vez, servirão de base para que possam significar suas experiências, e serão estas significações resultantes que constituirão suas consciências, mediando, desse modo, suas formas de sentir, pensar e agir (Ibid., 2006).

Os signos, ao contrário dos instrumentos, são internos ao indivíduo, são ferramentas que nos auxiliam nos processos psicológicos e não nas ações concretas, como os instrumentos que são uma marca externa que auxilia o homem em tarefas que exigem memória ou atenção. Exemplo: fazer uma lista de compras ou utilizar um mapa (MANGANOTTI, 2008).

Ao longo do processo de desenvolvimento, o indivíduo deixa de necessitar de marcas externas e passa a utilizar signos internos, isto é, representações mentais que substituem os objetos do mundo real. Os signos internalizados são, como marcas exteriores, elementos que representam objetos, eventos e situações. Assim como um nó num lenço pode representar um compromisso que não quero esquecer, minha ideia de ‘mãe’ representa a pessoal real de minha mãe e me permite lidar mentalmente com ela, mesmo na sua ausência (OLIVEIRA, 1993, p.35).

Outro aspecto relevante, segundo Vygotsky (1996), é a interação social como origem e motor da aprendizagem e do desenvolvimento intelectual. Todas as funções no desenvolvimento humano primeiro se dão no nível social, mas depois no nível individual. Desta forma, pode-se entender que a aprendizagem humana pressupõe uma natureza social específica e um processo pelo qual as pessoas entram na vida intelectual daquelas que as rodeiam.

Dentro do contexto do aprendizado, Vygotsky estabelece três importantes momentos da aprendizagem do indivíduo, indo da zona de desenvolvimento potencial, passando pela zona de desenvolvimento proximal e chegando até a zona de desenvolvimento real (COELHO; PISONI, 2012).

Vamos entender melhor essas zonas de desenvolvimento na aprendizagem de uma criança, propostas por Vygotsky (1996):

- Zona de desenvolvimento real – faz referência a etapas já alcançadas, conquistadas pela criança, pela capacidade dela solucionar independentemente as atividades que são propostas.
- Zona de desenvolvimento potencial – enquadra-se na capacidade de desempenhar tarefas com a ajuda de adultos ou com a cooperação de colegas mais capazes naquela tarefa.
- Zona de desenvolvimento proximal – esta é considerada como um nível intermediário. Se refere, assim, ao caminho em que o indivíduo vai percorrer para desenvolver funções que estão em processo de amadurecimento e que serão consolidadas, sendo estabelecidas posteriormente no seu nível de desenvolvimento real. É aqui que ocorrem importantes transformações na criança.

Uma vez que Vygotsky (1996) tem a visão do homem como um ser social, a interferência de outras pessoas, pais, professores e colegas, se torna um aspecto fundamental para o desenvolvimento do aluno. Segundo Moreira (2009), pode-se ver o professor como um mediador indispensável nesse processo de aprendizagem. Na interação social que caracteriza o ensino, o professor é aquele que já internalizou significados socialmente compartilhados para os materiais educativos. Ele apresenta aos alunos esses significados através dos signos e instrumentos e verifica se os significados captados são aceitos por seus alunos. Ele se torna um estimulador da zona de desenvolvimento proximal, provocando avanços nos conhecimentos que ainda não aconteceram.

É importante ressaltar que na teoria de Vygotsky (1996) o erro é compreendido como parte do processo de aprendizagem, e portanto não é ignorado de forma alguma. A correção é importante para que o aluno entenda a necessidade de sempre melhorar e de se esforçar pelos conhecimentos ainda não dominados. Nesse sentido, a interação entre os colegas, o trabalho em equipes, além de estimular a interação social, podem ser entendidos como momentos de amadurecimento de ideias e aprimoramento significativo do desenvolvimento cognitivo do aluno (MOREIRA, 2009).

2.2 – ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA

Bastam alguns minutos de conversa com profissionais da área de educação para se tornar nítido o descontentamento em relação ao ensino nos dias atuais. De acordo com Berbel (2011), já não adianta entregar as informações a crianças e jovens na escola e achar que estas estarão preparadas para o modo de vida da sociedade atual. O mundo se tornou mais complexo e variado e em troca tem exigido um desenvolvimento maior e mais acelerado não só em setores como economia, política, tecnologia, mas principalmente na forma de pensar, sentir e agir das pessoas.

A facilidade e velocidade de acesso a veículos de informação através de tecnologias modernas usadas nos smartphones, tablets e computadores, criaram uma nova realidade. Os usuários destas tecnologias são diretamente afetados por elas, pois os mesmos não apenas extraem as informações mas também interagem com estas de forma a modificar seu próprio contexto social e cultural (OLIVEIRA, ARAUJO, VEIT; 2016).

Em termos educacionais, não estamos tão bem assim e é bom deixar bem claro que isto não se deve à falta de recursos tecnológicos e/ou midiáticos. De acordo com Lopes (2016), nos últimos 100 anos não vimos grandes mudanças na forma como as aulas de Física são ministradas pela maior parte dos professores. Tradicionalmente, usam-se métodos de ensino em que a figura do professor está no centro do processo, numa perspectiva de quem entrega todo o conhecimento necessário ao estudante. Essa metodologia já apresenta sinais claros de incompatibilidade para o contexto atual de mundo. O aluno não pode mais ter uma atuação passiva como tem tido ao longo de séculos, mergulhado num ensino cada vez mais enfadonho e distante do seu cotidiano (OLIVEIRA, ARAUJO, VEIT; 2016).

Segundo Carvalho (2010), entende-se que diante da tamanha situação, mudanças pontuais e limitadas a um ou outro aspecto apenas não podem resolver o problema atual do ensino.

Com olhar para esta realidade é que educadores de diversas áreas, como da Física por exemplo, tem apresentado novas estratégias de aprendizagem, no esforço de construir o que tem se chamado de *Active Learning*, em uma tradução livre, Aprendizagem Ativa. Nela, o aluno é colocado no centro do processo, e seus valores, conhecimentos e experiências são levados em consideração durante o aprendizado e compartilhados tanto com os colegas de classe bem como com o próprio professor (OLIVEIRA, ARAUJO, VEIT; 2016).

Na visão de Bastos (2006) as Metodologias Ativas são compreendidas como “processos interativos de conhecimento, análise, estudos, pesquisas e decisões individuais ou coletivas, com a finalidade de encontrar soluções para um problema”.

Em seu texto, Berbel (2011) também expressa o seu entendimento acerca dessas metodologias ativas:

Podemos entender que as Metodologias Ativas baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos (Ibid., 2011).

2.2.1 – Flipped Classroom: a Sala de Aula Invertida

Numa breve pesquisa, pode-se encontrar inúmeras formas de metodologias para uma aprendizagem ativa, sendo aplicadas em salas de aula do mundo todo. Diversas delas tem tido potencial de levar alunos a alcançarem uma autonomia nos seus aprendizados (BERBEL 2011).

Em especial, nos últimos anos, tem-se observado uma crescente escolha pela chamada Flipped Classroom, ou numa tradução livre, a Sala de Aula Invertida. O termo Sala de Aula Invertida é comumente atribuído aos professores norte-americanos Aaron Sams e Jonathan Bergmann, que publicaram um livro sobre a temática. No entanto, eles deixam muito claro que não existe um autor da metodologia e que existem diversas formas de promover uma inversão na sala de aula (OLIVEIRA, ARAUJO, VEIT; 2016).

Nessa modalidade, os alunos previamente às aulas, têm atividades de leitura, vídeo ou até mesmo pequenos questionários acerca dos conteúdos que serão debatidos na aula que ainda acontecerá. A ideia é que o tempo de sala de aula seja melhor utilizado com tarefas colaborativas, discussões dos conceitos fundamentais acerca do que foi visto nas tarefas prévias, uso de simulações e outros mecanismos que irão promover maior interação entre os colegas e com o professor. Nessa visão, o aluno passa a ser uma peça fundamental no seu processo de aprendizagem, saindo de uma posição passiva e assumindo uma função ativa (OLIVEIRA, ARAUJO, VEIT; 2016).

É uma forma fantástica de reescrever o papel do professor numa sala de aula, como uma presença mediadora dos conhecimentos que irão circular pela sua classe. Não existe mais a visão de um transmissor de todo conhecimento, numa sala cheia de alunos que se esforçam, na maioria das vezes, para entender o que está sendo passado naquele quadro a sua frente. O professor irá interagir com seus alunos de uma forma que também absorve muito conhecimento

vindo dos mesmos. Ocorre uma troca de saberes, um aprofundamento nos conceitos fundamentais de cada tema discutido na sala de aula e com o cuidado para que todas as ideias já oriundas do aluno não sejam descartadas, mas sejam trabalhadas, lapidadas e disseminadas entre todos da classe (BERGMANN, SAMS; 2017).

2.2.2 – O *Peer Instruction*

Dentre muitos métodos ativos de aprendizagem que se tem utilizado da sala de aula invertida, o de maior difusão na atualidade é o chamado *Peer Instruction*, em tradução livre, Instrução pelos Colegas (IpC), criado no início dos anos 90 pelo professor Dr. Eric Mazur, do departamento de Física da Universidade de Harvard (EUA). Nascido na Holanda em 1954, obteve seu doutorado em Física em 1981, na Universidade de Leiden. Fez seu pós-doutorado em Harvard, orientado pelo prof. Nicolaas Bloembergen, prêmio Nobel de Física de 1981 (junto a mais dois colegas físicos), por sua pesquisa em espectroscopia a laser e pela construção do primeiro instrumento de Ressonância Nuclear Magnética.

Após dois anos em Harvard foi convidado a se tornar professor assistente e na sequência em 1987 promovido a professor associado. Em 1988, trabalhando com lasers, ganhou o prêmio Presidential Young Investigator das mãos do presidente dos EUA, Ronald Reagan (LAIER; BETTINI, 2011).

O método do *Peer Instruction* vem sendo aplicado em diversas escolas e universidades do mundo. Numa visão geral, o PI (*Peer Instruction*) busca promover a aprendizagem do aluno com foco nas discussões em sala de aula entre os alunos e professor, de forma a evitar longas aulas expositivas, e valorizar o tempo em sala com a discussão de conceitos e ideias. Trata-se de retirar o aluno do estado passivo e colocá-lo de forma bem ativa no seu processo de aprendizagem (ARAUJO; MAZUR, 2013).

De forma mais definida, Araujo e Mazur (2013, p.367) descrevem o PI como sendo:

[...] um método de ensino baseado no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si. Sua meta principal é promover a aprendizagem dos conceitos fundamentais dos conteúdos em estudo, através da interação entre os estudantes. Em vez de usar o tempo em classe para transmitir em detalhe as informações presentes nos livros-texto, nesse método, as aulas são divididas em pequenas séries de apresentações orais por parte do professor, focadas nos conceitos principais a serem trabalhados, seguidas pela apresentação de questões conceituais para os alunos responderem primeiro individualmente e então discutirem com os colegas (Ibid., 2013).

Segundo Diniz (2015), no Brasil, métodos de aprendizagem ativa com o PI ainda são pouco conhecidos e/ou usados pela maioria dos professores independentemente do seu nível de experiência educacional. Araújo e Mazur (2013), também destacam o baixo uso do método na nossa nação.

Mazur (2015) relata em seu livro que a ideia do método foi surgindo a partir de observações feitas acerca de seus alunos sobre a forma como os mesmos definiam os conceitos da Física. Ele conta que chegou a fornecer as notas de aula como forma de minimizar o trabalho de seus alunos em copiar os conteúdos do quadro, mas percebeu que estava dando a aula exatamente como estava nas notas. Não havia um real significado dos conceitos para a maioria daqueles estudantes. Eles estavam fazendo os cálculos de forma mecanizada mas não havia uma boa compreensão dos alicerces daqueles conteúdos.

Mas afinal, como funciona de fato o PI? O método se desenvolve em etapas muito bem definidas e que revelam que apesar de simples, os resultados obtidos são inacreditáveis.

A primeira etapa da proposta de Mazur é feita pelo professor, que escolhe os principais pontos da temática a ser trabalhada e prepara uma breve exposição oral do conteúdo. Essa etapa pode durar uns 7 a 10 min mais ou menos, e pode ser feita com uso de recursos multimídias se o professor desejar. Logo após essa exposição, o professor lança à turma uma questão conceitual, que Mazur chama de Teste Conceitual – uma questão, em geral de múltipla escolha, com alternativas cuidadosamente definidas para contemplar as mais variadas hipóteses possíveis dos alunos. Os estudantes têm um curto tempo de 2 a 3 min para escolher uma resposta àquela indagação, e após o término do prazo, todos juntos, apresentam suas respostas escolhidas.

Caso ao conferir as respostas, o professor entenda que menos de 30% dos alunos escolheu a alternativa correta, então ele retoma o conteúdo com uma nova exposição oral curta, enfatizando por exemplo pontos que sejam cruciais para a resposta da questão feita anteriormente. Após essa exposição a pergunta é repassada novamente.

Nas situações em que o índice de acertos for igual ou superior aos 70%, Mazur entende que os conceitos foram bem compreendidos, então o professor pode fazer um rápido comentário acerca da resposta correta e esclarecer os erros das demais alternativas e seguir para o próximo tópico da aula.

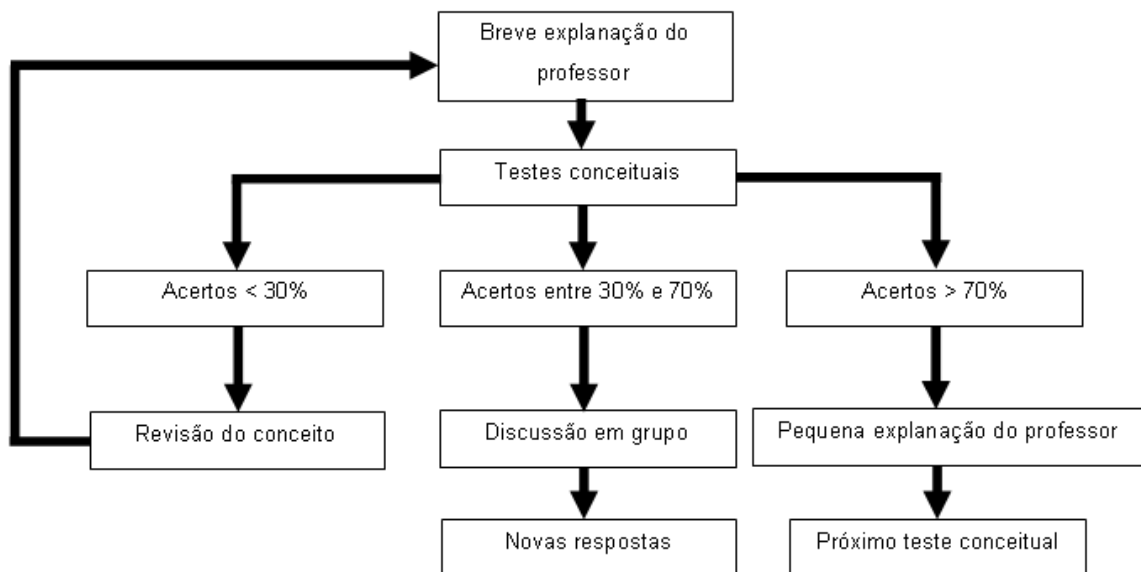
No entanto, quando as repostas corretas ficam na faixa de 30% a 70% é que o método se revela de suma importância. Nessas situações, o professor deve, sem informar qual a alternativa correta, pedir que os alunos se unam aos pares ou até pequenos grupos, e tentem convencer seus colegas da alternativa que julguem ser a certa. Na visão de Mazur, o aluno que

tem a resposta correta dificilmente será dissuadido a mudar de ideia, em contrapartida o aluno que não optou pela resposta correta, pode ao ouvir os argumentos do aluno certo, mudar de opinião e alterar sua resposta para a correta também. (OLIVEIRA, et. al., 2015).

A interação que ocorre nesta etapa do processo é fundamental, pois nesse ambiente são criadas discussões não apenas usando a linguagem do professor para o aluno, mas uma linguagem diferente surge, de aluno para aluno, com argumentos próprios de quem já percorreu o caminho até compreender a questão. Este é o elo de ligação entre o Peer Instruction e a Teoria de Vygotsky, pois a interação promovida entre os alunos e esses e o professor é evidente e crucial para a eficácia da aprendizagem proposta por Mazur.

Depois do tempo de discussões, os alunos são convidados a apresentar novamente suas respostas e como tem sido visto na maioria dos relatos (ARAUJO; MAZUR, 2013), os resultados apresentam um grande número de respostas corretas ao fim do processo.

Figura 1: Fluxograma do *Peer Instruction*



Fonte: (Mazur, 1997)

As respostas mencionadas na descrição do processo, podem ser apresentadas de diversas formas:

- **Flashcards.** Em tradução livre, cartões de resposta. São cartões elaborados com as alternativas das questões e entregues aos estudantes no início da aula para que possam levantar no momento de apresentar suas respostas. Estes se traduzem numa alternativa de

baixo custo, e altamente funcional para qualquer que seja a realidade da sala de aula aplicada.

- **Formulários.** Nos formulários, os alunos marcam suas respostas antes e depois das discussões. Apesar de eficiente e de fornecer dados relevantes a médio e longo prazo ao professor, possuem um atraso no feedback em relação a outras opções, já que o professor deverá fazer uma leitura em todos os formulários dos alunos no fim de cada aula.
- **Clickers.** São dispositivos portáteis que fornecem de imediato as respostas para o computador do professor na sala de aula por radiofrequência. Se apresentam como uma alternativa interessante em turmas mais numerosas, dada a riqueza de informações e o ganho de tempo que pode se ter com o seu uso. O investimento nesse recurso ainda é elevado e por isso muitos abrem mão do mesmo. Como alternativa, hoje temos aplicativos para os smartphones que vem fazendo a função de clickers, como o Socrative, Plickers e outros. Em escolas com alunos que costumam possuir smartphones, esta pode ser uma solução viável e inteligente para o uso da tecnologia no método.

Figura 2: Professores em Treinamento numa aula com *Peer Instruction* usando os *Flashcards*.



Fonte: < <https://blog.peerinstruction.net/2013/05/24/8-tips-for-transitioning-to-clickers-when-flipping-your-class-with-peer-instruction/> > acessado em 18 de maio 2017

Interessante comentar que foi feita uma pesquisa para que se pudesse comparar as diferenças de resultados no trabalho do PI, com uso de flashcards e clickers, e para surpresa, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas na média de acertos em testes padronizados para uso do método (LASRY, 2008). Isto só reforça a ideia de que mesmo com o uso dos simples flashcards, que podem ser feitos de forma econômica e rápida, os resultados serão obtidos sem qualquer comprometimento do processo de aprendizagem do aluno.

Outro aspecto relevante a ser mencionado, é destacado por Araújo e Mazur (2013), quando os mesmos mencionam que em termos de Testes Conceituais para o Ensino Médio, os professores interessados não precisam começar do zero, o que poderia ser motivo de desânimo por parte de alguns, pois uma simples procura na internet já releva inúmeras questões conceituais sendo aplicadas em exames de vestibulares, como por exemplo o ENEM, que justifica em parte a discussão desta dissertação.

2.3 – TRABALHO, ENERGIA E POTÊNCIA

Segundo Halliday (2017), o termo Energia não é algo fácil de definir, algo simples o bastante para caber em uma frase. Num olhar técnico, esta é uma grandeza escalar associada ao estado de um ou mais objetos. Tudo que tocamos, observamos ou até pensamos está de certa forma associado a alguma forma de energia. Basicamente, a energia está em tudo, em todos os lugares que já fomos ou sequer imaginamos alcançar, como algumas galáxias longínquas por exemplo.

Para que se possa ter uma visão mais simples desse tema tão importante na Física, vamos iniciar com alguns conceitos vinculados a energia e direcionar nossa atenção para como podemos estimar os valores de algumas formas de energia.

2.3.1 – A Energia Cinética

A energia cinética K é a energia que associamos ao estado do movimento de um corpo. Entendemos que, quanto mais rápido o corpo se move, maior é o valor dessa energia. Não apenas a velocidade influencia no seu valor, mas também é observável que sua massa contribui de forma diretamente proporcional no quantitativo dessa forma de energia. No caso de um estado de repouso, vamos admitir que a cinética é nula.

Para um corpo de massa m que se mova com uma velocidade v (muito abaixo da velocidade da luz), temos sua expressão determinada da seguinte forma:

$$K = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad (\text{energia cinética}) \quad (\text{Eq. 1}).$$

Em termos de unidade de energia, utiliza-se no SI o *joule* (**J**) em homenagem ao cientista inglês James Prescott Joule. Numa análise dimensional das grandezas a partir da Eq. 1, vemos que:

$$1 J = 1 kg \cdot m^2/s^2 \quad (\text{Eq. 2}).$$

2.3.2 – Trabalho de Forças

Como já visto, na seção anterior, a forma como o movimento ocorre determina o valor da energia cinética. No entanto, essas variações de velocidades que podem ocorrer durante o movimento se dão, muitas vezes pela aplicação de uma ou demais forças. São essas forças que se tornam responsáveis por essas transferências de energias (seja para aumento ou redução).

Compreende-se aqui a existência de uma grandeza a qual chamamos de Trabalho (W). Este trabalho é a energia transferida para um corpo ou de um corpo por meio de uma força que age sobre o corpo durante seu movimento.

Uma expressão válida para a determinação do valor do trabalho (W) pode ser expressa por meio do cálculo diferencial da seguinte forma:

$$W = \int_{r_i}^{r_f} \vec{F} \cdot d\vec{r} \quad (\text{Eq. 3}),$$

onde, \vec{F} é o vetor força atuante no corpo e $d\vec{r}$ refere-se ao vetor deslocamento dele.

Quando o vetor força atuante no deslocamento do corpo é constante, pode-se assumir então:

$$W = \vec{F} \cdot \int_{r_i}^{r_f} d\vec{r} = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} \quad (\text{Eq. 4}).$$

Por meio do produto escalar dos vetores, chega-se ao cálculo:

$$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = |\vec{F}| \cdot |\Delta\vec{r}| \cdot \cos \theta \quad (\text{Eq. 5}),$$

onde tem-se que $|\vec{F}|$ representa o módulo da força constante aplicada ao corpo, $|\Delta\vec{r}|$ como o módulo do deslocamento sofrido pelo corpo e o ângulo θ representa o ângulo entre o vetor força e o vetor deslocamento.

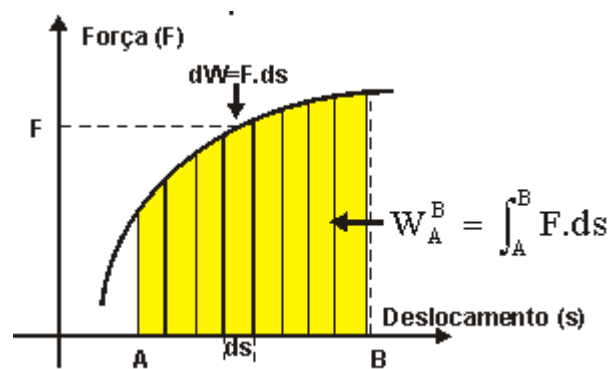
Na abordagem feita geralmente no Ensino Médio costuma-se utilizar o $|\vec{F}| = F$ e o $|\Delta\vec{r}| = \Delta S$ e desta forma, os livros expressam a seguinte equação:

$$W = F \cdot \Delta S \cdot \cos \theta \quad (\text{Eq. 6}),$$

para forças ditas constantes.

Nos casos de força variável é realmente necessário que o cálculo do trabalho seja realizado como apresentado na Eq. 3 ou de forma mais simples, como no Ensino Médio, utilizando a área sob a curva do gráfico (Força x deslocamento).

Figura 3: Gráfico F x s representando o cálculo do trabalho através da Área



Fonte: <https://www.alfaconnection.pro.br/fisica/energias-mecanicas/trabalho-e-potencia/trabalho/>

(acessado em 02.07.19)

2.3.3 – Teorema da Energia Cinética

Para situações de objetos que são tratados como partículas é possível se observar que a sua variação de energia cinética corresponde ao valor executado do trabalho resultante aplicado ao corpo. Nesse caso podemos escrever:

$$W = \int_{\vec{r}_i}^{\vec{r}_f} \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_{\vec{r}_i}^{\vec{r}_f} m \frac{d\vec{v}}{dt} d\vec{r} = \int_{\vec{v}_i}^{\vec{v}_f} m d\vec{v} \cdot \vec{v} = m \int_{\vec{v}_i}^{\vec{v}_f} \vec{v} \cdot d\vec{v} = m \frac{v_f^2}{2} - m \frac{v_i^2}{2} \quad (\text{Eq. 7}).$$

O teorema acima é também visto no Ensino Médio, no entanto de forma mais específica pois considera-se a força constante nos casos apresentados. Daí temos:

$$W = F \cdot \Delta S = m \cdot a \cdot \Delta S \quad (\text{Eq. 8}).$$

A partir da equação de Torricelli,

$$v_f^2 = v_i^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S \quad (\text{Eq. 9}),$$

$$a \cdot \Delta S = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2} \quad (\text{Eq. 10}),$$

podemos então substituir a (Eq. 10) na (Eq. 8) e:

$$W = m \cdot \left(\frac{v_f^2 - v_i^2}{2} \right) \quad (\text{Eq. 11}),$$

Logo,

$$W = \Delta K \quad (\text{Eq. 12}).$$

2.3.4 – A Energia Potencial

No entendimento acerca de energia potencial, aceita-se que esta é a energia associada a configuração de um sistema que está sujeito à ação de uma força conservativa. Convém ressaltar que a força é considerada conservativa se o trabalho realizado pela mesma sobre uma partícula que descreve um percurso fechado é zero. Como bons exemplos de forças conservativas temos a força peso e a força elástica.

As forças conservativas, ao realizarem um trabalho sobre a partícula, fazem com que a variação ΔU da energia potencial do sistema seja dada da seguinte forma:

$$\Delta U = -W \quad (\text{Eq. 13}).$$

E portanto:

$$\Delta U = - \int_{r_i}^{r_f} \vec{F} \cdot \vec{dr} \quad (\text{Eq. 14}).$$

A partir da (Eq. 14) acima, podemos ampliar o entendimento do cálculo da energia potencial para além da mecânica, e estender a ideia por exemplo para outras forças conservativas como a eletrostática.

Em abordagens direcionadas ao público do Ensino Médio, é interessante chamar atenção dos alunos para o trabalho da força peso, por exemplo. Nos seus materiais é comum encontrar questões com essa característica. De forma prática:

$$W_p = m \cdot g \cdot h \cdot \cos \theta \quad (\text{Eq. 15}),$$

como $\theta = 180^\circ$ no caso do movimento de subida de um corpo, tomando o chão como referencial de energia potencial nula, teremos:

$$W_p = -m \cdot g \cdot h \quad (\text{Eq. 16})$$

2.3.5 – Potência

A potência pode ser entendida como a taxa de trabalho com relação ao tempo gasto para executá-lo. Qualquer força realizando um trabalho num certo tempo Δt , terá o que chamaremos de *potência média*, dada por:

$$P_{\text{média}} = \frac{W}{\Delta t} \quad (\text{Eq. 17}).$$

Se o nosso olhar para o processo for analisá-lo de forma instantânea, então reescrevemos a expressão para a determinação da *potência instantânea*:

$$P = \frac{dW}{dt} \quad (\text{Eq. 18}).$$

Trabalhando o sistema de unidades do SI, ficamos com o J/s que foi traduzido, em homenagem a James Watt, pelo nome de Watt (W). Vale ressaltar que, no Ensino Médio, é possível serem vistos problemas envolvendo outras unidades como por exemplo a unidade

britânica *HP* (*Horse Power*). A relação entre as unidades pode ser dada como $1HP = 746W$.

No cotidiano, também temos um ótimo exemplo associado ao consumo elétrico nas residências e instalações comerciais. Nesses locais a energia é aferida numa unidade chamada kWh (quilowatt-hora). Pela própria unidade já é perceptível o uso do produto da potência consumida pelos equipamentos e o tempo de uso dos mesmos durante um intervalo, geralmente mensal.

Para que se tenha uma ideia do quanto um kWh representa no SI em joules, podemos observar a conversão direta abaixo:

$$1kWh = 1000W \cdot 3600s = 3,6 \cdot 10^6J = 3,6 MJ \quad (\text{Eq. 19}).$$

Desta forma, é possível termos um consumo médio da energia em nossas casas dentro de um quantitativo expresso no SI.

Ainda tratando da potência instantânea, pode se afirmar:

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{F \cos \theta \cdot dr}{dt} = F \cos \theta \left(\frac{dr}{dt} \right) = F \cdot v \cdot \cos \theta \quad (\text{Eq. 20}).$$

Aplicando as regras do produto escalar entre vetores, a (Eq. 20) pode ser reescrita de uma nova forma:

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v} \quad (\text{Potência Instantânea}) \quad (\text{Eq. 21}).$$

Em situações do Ensino Médio é comum a força apresentar valor constante e obtermos o cálculo da potência média a partir do uso da velocidade média em vez da instantânea.

$$P_m = F \cdot V_m \quad (\text{Eq. 22}).$$

3. METODOLOGIA

Neste capítulo são abordadas as questões metodológicas relativas à pesquisa. Também é feita a descrição do cenário educacional de Física no Brasil, bem como a realidade da instituição onde o método foi aplicado. Além de todas as importâncias já destacadas, no presente capítulo identificam-se os sujeitos da pesquisa e quais os instrumentos que foram utilizados como forma de avaliar a utilização da estratégia de ensino proposta.

3.1 – O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL

A educação escolar no Brasil começou na Bahia, no ano de 1549 e durante o período colonial e até o final da Era Vargas pôde ser vista como um artigo de luxo, destinado a poucos. Nesse período inicial essa educação era principalmente voltada a ensino da área de ciências humanas, sem qualquer importância a ciências como a Física. Esta foi conduzida a uma inclusão pelo bispo Azeredo Coutinho com a fundação do Seminário de Olinda em 1800, que introduziu e enfatizou as cadeiras de Física, Química, Mineralogia, Botânica e Desenho (ALMEIDA JÚNIOR, 1979, p. 49)

No período do Brasil Império, um marco para a educação foi a criação do Colégio de Pedro II. Este fora a instituição de ensino mais importante do Império e também a única que realizava os exames para ingresso em cursos superiores no país (MULTIRIO, 2006). Sua grade na época ofertava o ensino das Ciências Físicas e Naturais (ALMEIDA JÚNIOR, 1979, p. 52).

A Primeira República traz algumas mudanças na legislação educacional, com um entusiasmo por parte de alguns que acreditavam que estaríamos prontos para levar o Brasil rumo a grandes nações e formar o novo homem brasileiro (NAGLE, 1974, p. 99-101).

Contudo, esse entusiasmo e as tentativas de reestruturação do ensino secundário não vieram a se concretizar no primeiro período da república, pois a escola ainda correspondia às necessidades e expectativas da sociedade a que servia, continuando a ser um instrumento a serviço das elites e que por estarem mais bem situados economicamente já eram possuidoras de um alto nível cultural (ALMEIDA JÚNIOR, 1980, p. 61-62). Portanto, ao fim da primeira república o ensino de Física e de Ciências Naturais, ainda se mantinham fiéis às características que apresentavam desde o período colonial.

Muitas décadas se seguiram e mudanças foram feitas nos currículos educacionais e o ensino no Brasil passou por inúmeras e severas modificações quanto à sua carga horária, estrutura de novas disciplinas, redefinição dos conteúdos, entre tantos outros quesitos discutidos

pelos governos que se seguiram até os dias atuais. Mas quando uma retrospectiva é realizada percebe-se que vários dos problemas atuais do ensino de Física são originários do período inicial da nossa história, um Brasil ainda colônia com ensino expositivo, geral, superficial e baseado na memorização, número insuficiente de aulas e excessiva dependência dos manuais didáticos.

Ao olhar para as últimas décadas de ensino de Física no Brasil, nota-se, numa clara visão, de que não houve uma caminhada compassada entre os avanços tecnológicos obtidos neste período e a forma como a Física é abordada nas esferas de ensino básico, médio e superior. Ao longo dos anos, os indicadores educacionais mundiais emitiram sinais de que os alunos brasileiros estavam com desempenhos cada vez menores.

Segundo Fernandes (1997), mesmo com o aumento de pesquisas na área de ensino de Física no Brasil nos últimos anos, não foram vistas grandes mudanças na forma de ensinar a Física.

Mesmo nas proximidades do século XXI, esse ensino apresenta características que foram criticadas há muitas décadas: contínua exposição de leis e fórmulas pelo professor, seguidas de muitos exercícios e problemas para aplicação das mesmas, além da grande preocupação com a quantidade de informações a serem transmitidas, o que pode ser verificado através dos extensos currículos escolares, abordados em curto espaço de tempo. O conteúdo é bastante definido e estático, fazendo com que a Física seja apresentada como uma ciência complexa e dogmática, um estudo intrincado, já concluído e isento de contradições. Principalmente no segundo grau, o conteúdo abordado se refere à Física Clássica e dificilmente tópicos de Física Moderna são introduzidos (Ibid., 1997).

Não bastasse esse fato, ainda pode-se acrescentar a visão que muitos alunos têm da Física. Para a maioria, a disciplina é um “amontoado de fórmulas” e que na maioria das vezes não oferece nenhum tipo de conexão entre a sala de aula e a realidade vivida ao sair dela.

No Brasil, a Física dentro da sala de aula é relatada nas visões estudantis como uma ciência difícil de ser desvendada e com um olhar que parece estar sempre voltado para trás e nunca a frente. Tem-se a tecnologia de um celular na palma da mão, mas não se faz a conexão entre essa tecnologia e a leis da Física que descrevem como tal aparelho pode funcionar. Tudo é muito mais estático dentro de uma sala de aula de Física do que dinâmico.

3.1.1 – O cenário educacional da aplicação do produto

A aplicação do produto desenvolvido para esta dissertação de mestrado ocorreu na cidade de Campos dos Goytacazes, no estado do Rio de Janeiro, numa instituição de ensino

privado da cidade, o Centro Educacional Nossa Senhora Auxiliadora (CENSA), que é uma instituição educacional com mais de 90 anos de história e tradição na cidade.

O CENSA possui atuação em todos os segmentos educacionais, indo desde a escola infantil, ensino fundamental, médio e chegando ao ensino superior através do Instituto Superior de Educação (ISECENSA). A escola foi inaugurada em 02 de março de 1925 e ocupa uma área de 24000 m², na região próxima ao centro da cidade.

A instituição atualmente tem como material didático nas turmas de ensino médio, uma parceria com o Sistema Bernoulli de Ensino, com uma visão bem direcionada ao Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM). Atualmente, o núcleo pedagógico da escola, no ensino médio, optou por turmas separadas por segmentos de interesse dos alunos. Um deles, são as turmas ENEM, com uma proposta voltada principalmente para o fortalecimento dos conteúdos pertinentes ao exame e sua forma de cobrança. O outro segmento se refere às turmas Medicina, com uma carga horária diferenciada nas disciplinas ligadas ao eixo de biomédicas como a Química e Biologia e enfoque nos principais vestibulares de Medicina do país.

3.1.2 – O material didático

Observando que a proposta nesta dissertação é avaliar a intervenção didática utilizando o método “Peer Instruction” no processo de aprendizagem, construiu-se uma apostila, de uso do professor, com um roteiro de trabalho para a utilização do método de aprendizagem ativa do “Peer Instruction” no ensino da temática “Trabalho e Energia”.

Com a sua utilização em sala de aula, objetivou-se uma mudança na forma de aprendizagem do aluno, retirando-o de uma visão passiva e o colocando no centro do processo, num papel ativo da sua aprendizagem.

Se faz imprescindível que o professor que use o material didático em sala de aula entenda a importância do seu novo papel no ambiente educacional, não mais como transmissor de conhecimentos e/ou informações, mas um mediador. As discussões e ideias debatidas dentro da sala de aula fazem com que os conhecimentos sejam adquiridos de forma diferente, contextualizando, criando novos pensamentos acerca do tema, estabelecendo novas conexões entre o que é visto antes, durante e depois da aula e finalmente minimizando o distanciamento entre o mundo científico e a realidade vivenciada pelos educandos.

Dentro da proposta oferecida, o material guia o professor no uso de questões conceituais da Física que hoje estão presentes em vários exames de vestibulares para ingresso nas principais universidades do país, inclusive o maior deles - o ENEM. Através de algumas listas de questões

oferecidas dentro do material didático, o professor encontrará auxílio para a preparação dos testes conceituais de sala de aula, bem como para quaisquer avaliações futuras desejadas.

3.2 – A PESQUISA

Silveira (2009) define a pesquisa como “a atividade nuclear da Ciência”. É através da mesma que existe uma aproximação e compreensão da realidade a ser investigada. A pesquisa requer diversos cuidados, é um processo detalhista, e nela os procedimentos científicos são fundamentais para a devida resolução dos dilemas que instigaram o pesquisador.

O caráter da pesquisa proposta neste trabalho é de cunho qualitativo, visto que não há interesse em uma representatividade numérica para dados estatísticos de maior volume. A intenção é aperfeiçoar o processo de aprendizagem através da dinâmica das relações sociais.

Para Minayo et al., (2001), a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

A seguir são apresentadas informações acerca dos sujeitos e instrumentos da pesquisa.

3.2.1 – Os sujeitos

A proposta foi aplicada em 3 (três) turmas da 1ª série do ensino médio da instituição, sendo duas delas caracterizadas pela escola como turmas ENEM e a outra como turma Medicina. Todas as etapas que envolveram a aplicação do produto educacional ocorreram entre os dias 6 e 30 de outubro de 2017, com uma duração total de 3 (três) encontros de aplicação do conteúdo de “Trabalho e Energia”.

Nas turmas do turno diurno, observou-se alunos de diferentes classes sociais e formação escolar básica. No entanto, a maior parte dos alunos eram estudantes da escola há alguns anos, alguns inclusive desde o ensino maternal. Este fato se mostrou relevante durante a aplicação da IpC, dado que os alunos se sentiam mais à vontade em dialogar uns com os outros nos momentos propostos nas aulas.

3.2.2 – Os instrumentos

A aplicação da estratégia da IpC favorece o pesquisador em termos de avaliação pelo fato de, durante a sua aplicação, ser possível obter um levantamento do aprendizado dos alunos. Isto se dá por meio dos testes conceituais que são aplicados durante a aula com o método. Desta forma, pela verificação do percentual de acertos após as discussões aos pares de alunos, é possível que o professor consiga avaliar se houve ou não uma considerável mudança na forma como a aprendizagem do educando está ocorrendo. Esta avaliação também ocorre por meio da identificação dos alunos que, durante as discussões aos pares, conseguem influenciar positivamente os demais colegas.

Para que uma visão avaliativa pós-aplicação ocorresse foram utilizadas entrevistas selecionando alunos de cada turma, com o intuito de fortalecer ainda mais o caráter e a relevância da pesquisa.

Do universo de estudantes que participaram das aulas, foram selecionados 3 (três) alunos de cada turma para participarem de uma entrevista semiestruturada com o intuito de avaliar a experiência que essa nova abordagem trouxe aos mesmos.

As perguntas foram respondidas por meio do aplicativo *Socrative* que já fora utilizado pelos alunos nas aulas do produto e todos responderam ao mesmo tempo numa sala de aula da própria escola e com autorização verbal da coordenação pedagógica e permissão, também verbal, dos próprios alunos. Por se tratarem de menores de idade, foi decidido, pelo autor da pesquisa, utilizar os dados das entrevistas com nomes fictícios e por isso todos entrevistados, avisados do anonimato, escolheram nomes quaisquer ao realizar o login no aplicativo.

4. DESCRIÇÃO DO PRODUTO

4.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O objetivo final dessa dissertação foi a construção de um produto didático que será disponibilizado a qualquer professor interessado em utilizá-lo na sala de aula. O material elaborado nesse processo consta de uma apostila didática, contendo um tutorial acerca do IpC, bem como também de um segundo tutorial, este sobre o aplicativo *Socrative* utilizado como ferramenta na aplicação das aulas e coleta de dados. Dentro do conteúdo da apostila seguem-se as sequências de aulas com os links de vídeo aulas utilizadas e a instrução de como o produto deve ser aplicado na sala de aula. A seguir descreve-se, com maiores detalhes, o processo de elaboração e estrutura do material.

4.2 – O PRODUTO

A construção de um material didático sem dúvida alguma é uma tarefa complexa, principalmente com a proposta de uma nova forma de abordagem para a aprendizagem do aluno. Durante o processo de construção do produto, o principal desafio foi propor uma estratégia que se mostrasse alcançável a todos os professores que se interessarem pelo material.

O primeiro passo na construção do material didático, foi estabelecer uma compreensão acerca do que se trata a aprendizagem ativa utilizando o *Peer Instruction*, ou IpC (em tradução livre, Instrução pelos Colegas). Elaborou-se então, um pequeno tutorial explicando como nasceu a proposta da IpC na década de 90 pelo prof. Dr. Eric Mazur da Universidade de Harvard. O texto na primeira parte do material trata de colocar o professor a par do porquê a IpC surgiu e como ele foi ganhando espaço em várias salas de aula do mundo.

Ainda dentro desse primeiro capítulo do material é esclarecido do que se trata o método em si, trazendo ao entendimento do educador que o objetivo maior é promover a aprendizagem do aluno com foco nas discussões em sala de aula entre colegas de classe e com o professor. É valorizar mais o tempo em sala de aula com as discussões de conceitos e ideias, reduzindo o tempo de grandes aulas expositivas e retirando o professor do centro da aula e o apresentando como um mediador e com o papel fundamental de estimular as ideias acerca da temática da aula. Nessa visão, o aluno sai de um estado passivo e se torna o grande protagonista da aula.

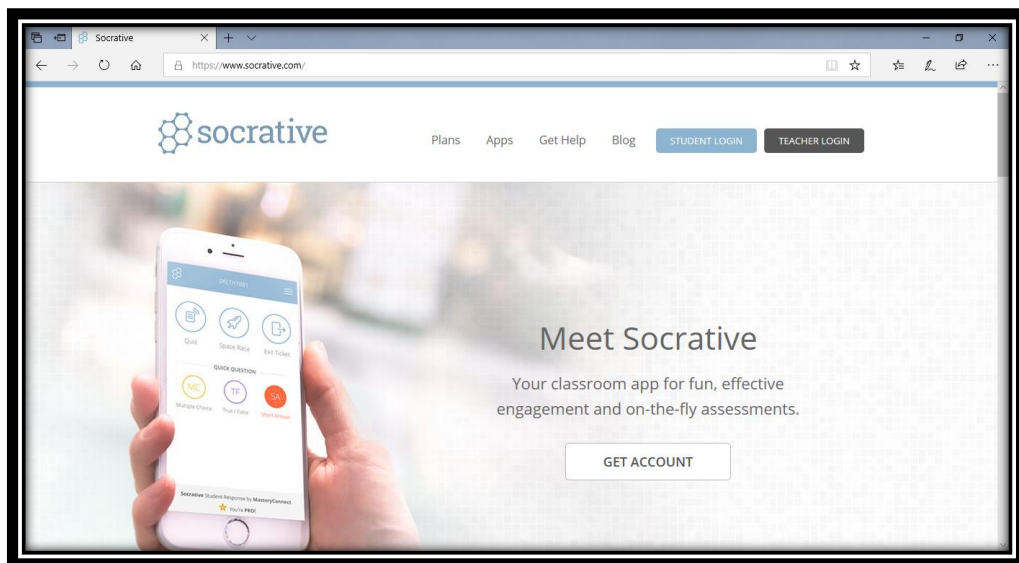
Para que o material fosse extremamente amigável e convidativo ao educador, utilizou-se uma linguagem bem informal e ainda no primeiro capítulo foi elaborada uma tabela de etapas

do processo de aplicação da IpC para que se resumisse com eficiência a forma de aplicar o método na sala de aula.

Convém destacar um outro elemento importante nesta estratégia que é a visão integradora de Vygotsky, na qual a interação social e a linguagem são de suma relevância para que haja progresso nos conceitos discutidos entre os alunos na sala de aula.

Na etapa seguinte era preciso instruir ao professor acerca de uma ferramenta utilizada durante as aulas como forma de coletar as respostas dos alunos a cada teste conceitual aplicado nas aulas. O *Socrative* é um aplicativo que pode ser acessado diretamente pelo site ou baixado nos smartphones ou tablets. Nesse aplicativo são criadas salas de aula virtuais nas quais podem ser inseridos testes em formatos variados, como *quizzes*, perguntas discursivas, do tipo verdadeiro e falso, etc. Cada professor cria sua sala, permitindo que seus alunos a acessem e respondam aos testes, tanto de forma pausada – questão por questão a medida que o professor vai liberando o acesso – ou por completo, respondendo a lista de uma vez só.

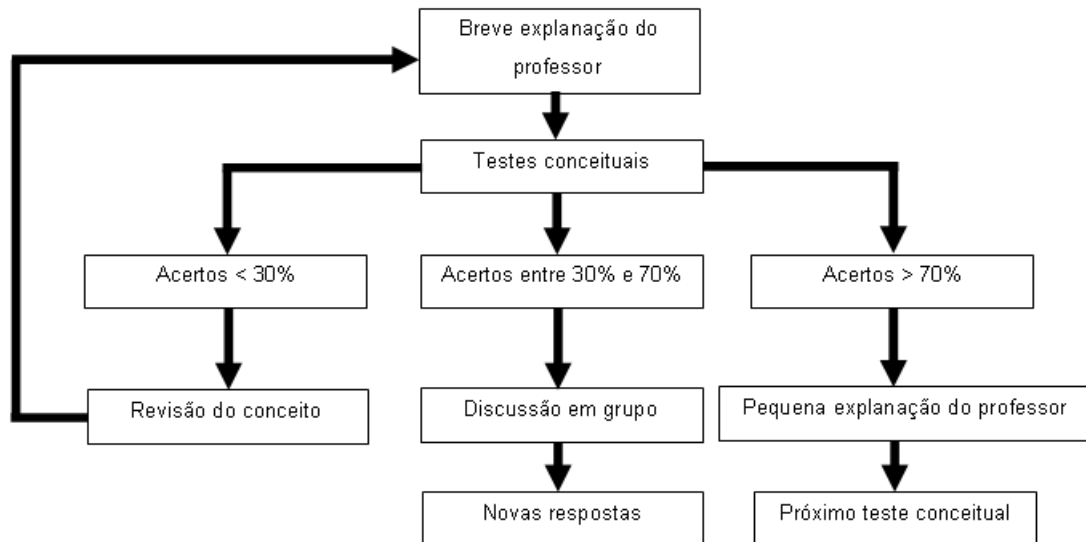
Figura 4 – Captura de tela inicial do Socrative



Fonte: o autor (2017).

Interessante nessa ferramenta é o feedback imediato, pois ao responder uma questão, a informação é repassada diretamente ao aplicativo da versão do professor. Isto permite que a execução da IpC seja perfeita, pois ao verificar um resultado dentro do esperado, o professor pode executar o procedimento da discussão aos pares, como sugere o Mazur através do diagrama abaixo.

Figura 5: Fluxograma da IpC



Fonte: Mazur, (1997)

Ainda que o software tenha uma versão paga, convém ressaltar que sua versão gratuita pode ser utilizada sem qualquer dificuldade, pois nesta versão, é permitida a criação de uma sala virtual e 50 alunos ao mesmo tempo conectados a ela. Na aplicação deste produto pelo autor será utilizada a versão gratuita do software.

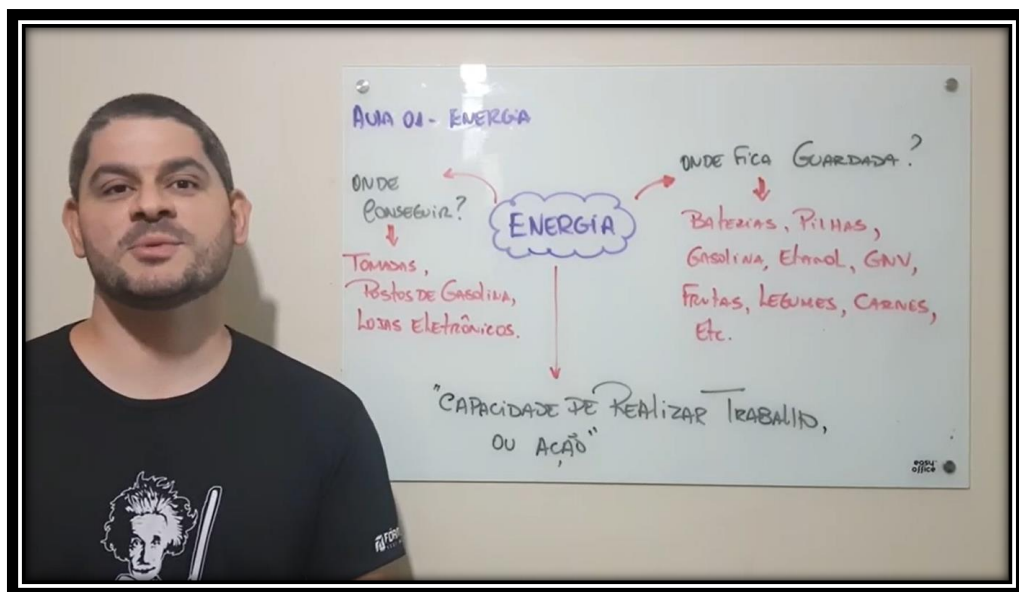
O tutorial criado para o produto didático se apresenta como um manual de fácil entendimento para a utilização do *Socrative* e, como já mencionado, estará no apêndice A deste presente trabalho.

No terceiro capítulo do material, inicia-se a estrutura das aulas que serão trabalhadas pelo professor com o uso da IpC. Abaixo tem-se a forma como foram construídos tais momentos para a elaboração desse capítulo do produto educacional.

- **1º Momento:** A primeira aula trata dos conceitos de Energia e Potência na Física. Dentro da estratégia proposta, temos uma divisão dessa aula em duas partes relevantes: a pré-aula e a aula. Como forma de desenvolver essa primeira pré-aula, foi criado pelo autor do trabalho uma sequência de três pequenos vídeos de curta duração, que terão seus links disponibilizados aos alunos alguns dias antes da aula (três a quatro dias no máximo). O intuito é que, através dos vídeos, os alunos tenham um contato prévio com alguns conceitos relevantes ao que irão debater na aula seguinte e possam ser criadas

ideias ou até mesmo dúvidas acerca do que ouviram e viram. Para a aula, o professor criou uma lista de questões conceituais dentro das ideias já apresentadas nos vídeos e prepara uma breve explanação do conteúdo com duração média de 10 a 15 min. A lista de questões pode ser inserida na própria sala de aula virtual no *Socrative* pelo professor. E o mesmo é configurado para que o ritmo dos testes seja de questão em questão, garantindo assim que cada resposta da turma a uma questão possa ser analisada e então, o professor possa tomar a decisão seguindo a recomendação da IpC, como explicado no capítulo 1 do produto. Para essa aula foram estipulados dois encontros de 50 min cada. De acordo com o a disposição de aulas das turmas, os encontros podem ser seguidos ou em horários e/ou dias diferentes, mas isso não prejudica a aplicação do produto, pois basta o professor direcionar a quantidade de questões trabalhadas em cada aula de acordo com o tempo disponível a ele.

Figura 6 – Captura de tela da aula 1.01 – Conceito de Energia, no Youtube

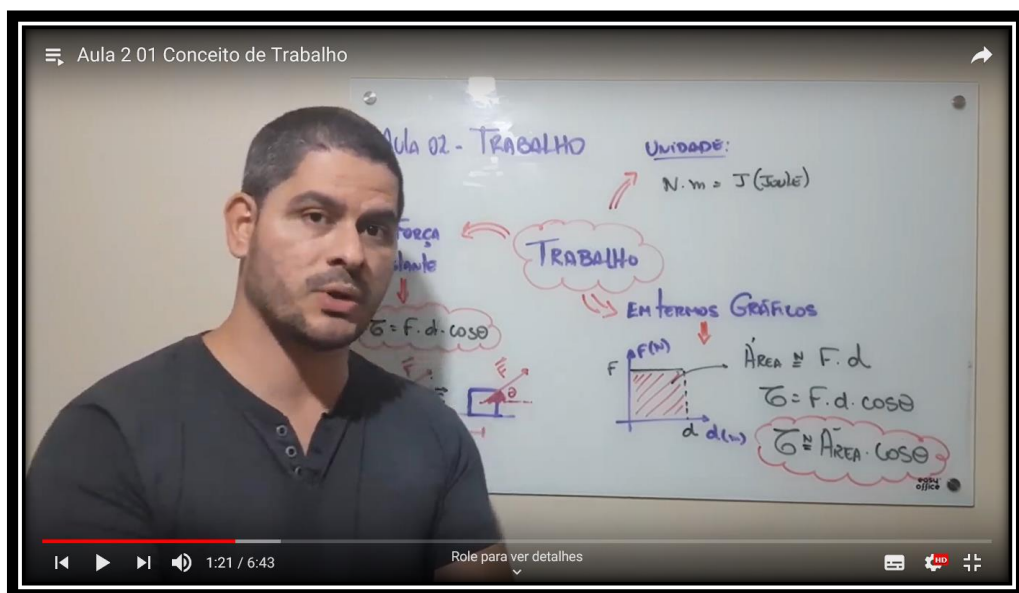


Fonte: o autor (2017).

- **2º Momento:** Para a segunda pré-aula, a abordagem irá se referir ao conceito de Trabalho na Mecânica Newtoniana e, além disso, o Trabalho da Força Peso e o Teorema da Energia Cinética. No intuito de continuar incentivando o momento de pré-aula, mais dois links de vídeos, gravados pelo próprio professor elaborador, são disponibilizados aos alunos dias antes da aula. No primeiro, a breve fala é destinada ao conceito de trabalho, levantando questões acerca de como o vemos no dia a dia e, no segundo vídeo, temos uma abordagem mais específica, tratando do teorema da energia cinética e o

trabalho do peso. Com alunos incentivados pelo professor a sempre assistirem aos vídeos antes das aulas, provavelmente alguns conceitos já ficaram conhecidos por eles até o encontro na sala de aula. Nesse encontro, uma breve explicação será realizada novamente como na primeira aula, ou o professor poderá trazer algumas imagens ou cenas de filmes e iniciar destacando o trabalho de algumas forças, ou até mesmo pedindo que eles digam qual a conexão das imagens com os vídeos assistidos previamente. A partir daí as discussões podem ocorrer por uns 10 a 15min até que a nova lista sobre o tema desta aula possa ser utilizada novamente no *Socrative*. De igual modo, as questões são discutidas uma a uma e os passos do IpC são implementados de acordo com as respostas obtidas em cada uma das questões. O tempo delimitado para o segundo momento de aula foi definido por 2 encontros de 50 min cada. Da mesma forma que se comentou anteriormente, essa realidade pode ser alterada de uma escola para outra ou até mesmo de uma turma para outra, portanto cabe sempre ao professor definir quais e quantas questões aproximadamente ele poderá utilizar em cada encontro.

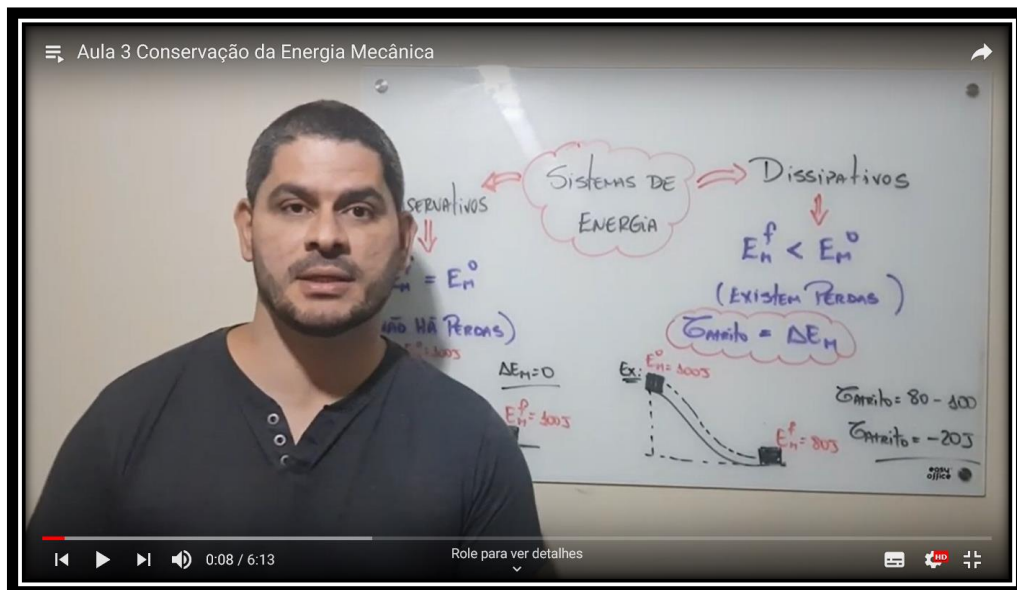
Figura 7 – Captura de tela da aula 2.01 – Conceito de Trabalho, no *Youtube*



Fonte: o autor (2017).

- **3º Momento:** Esta foi a última aula construída para a aplicação do IpC e como nos outros momentos foi elaborada uma lista de questões conceituais envolvendo a temática Conservação da Energia Mecânica. Para a terceira pré-aula do material, elaborou-se um único vídeo produzido pelo autor do produto e, como já dito, dias antes da aula, o link será disponibilizado aos alunos.

Figura 8 – Captura de tela da aula 3 – Conservação da Energia Mecânica



Fonte: o autor (2017).

O assunto de conservação de energia mecânica é de grande importância na Física e por isso a temática deve ser trabalhada de forma que os conceitos e as aplicações sejam bem compreendidos pelo aluno. Quando a aula do 3º momento iniciar, deve ser feita uma breve explanação acerca do que foi tratado no vídeo da pré-aula e pode-se entrar em discussão o fato de no dia-a-dia termos poucos casos de sistemas conservativos. Então, falar da dissipação de energia por atrito e o papel das trocas de calor nesse processo. Após o tempo de 15min aproximadamente, o *Socrative* entra na participação da aula e mais uma lista de questões com testes conceituais é aplicada e suas respostas mais uma vez são analisadas a partir das intervenções com o uso do IpC.

Por fim, no produto educacional, são feitas algumas considerações ao professor acerca da coleta e análise de dados gerados nas aulas ministradas com o uso do IpC. Durante o planejamento e elaboração do material foi perceptível o benefício do aplicativo *Socrative* não apenas por este fornecer um feedback imediato, mas também pelo fato do uso da tecnologia já ser uma realidade vivenciada pelos alunos em que este produto foi aplicado pela primeira vez. Aliás, se o desejo é tornar a sala de aula mais próxima da realidade do nosso aluno, a tecnologia, através por exemplo do uso de celulares, não pode ficar de fora deste contexto.

Quanto ao sistema de avaliação dos alunos através do método aplicado, temos inúmeras possibilidades interessantes, desde uma avaliação específica aplicada em um momento

posterior à sequência de aulas até a possibilidade de uma avaliação qualitativa do aluno, levando em consideração a capacidade de melhorar suas respostas à medida que as questões vão sendo discutidas aos pares na sala de aula. O fato é que o educador pode mesclar diversas formas de avaliar esse aluno, mas acima de todos os instrumentos avaliativos que possam ser criados e aplicados é fundamental que o método propicie uma motivação no aluno, um desejo de querer conhecer mais aquilo que lhe é passado como tarefa de pré-aula. Acredita-se que através da implementação desse material seja possível criar uma nova realidade na maior parte das salas de aula, trazendo ao estudante um desejo em reconhecer no seu cotidiano aquilo que tem sido discutido na sua sala de aula.

5. APLICAÇÃO DO PRODUTO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo da dissertação discute-se a aplicação do produto educacional realizada pelo autor. É apresentada a instituição de ensino na qual as aulas foram ministradas, bem como a realidade das suas turmas e alunos. Durante o período de aplicação, analisa-se o andamento das aulas e respostas ao método do IpC. Por meio de entrevistas, após as aplicações, também se compreende melhor o valor das ideias vygotskianas referentes as interações sociais e a proposta de discussão aos pares do professor Mazur.

5.1 – A INSTITUIÇÃO DE APLICAÇÃO

O produto teve sua aplicação realizada em final de 2017, no mês de outubro no Centro Educacional Nossa Senhora Auxiliadora (CENSA). Trata-se de uma escola situada na rua Salvador Correa 139, no centro do município de Campos dos Goytacazes que possui um pouco mais de 500 mil habitantes. O município está localizado ao norte do Estado do Rio de Janeiro.

A escola foi fundada em 18 de fevereiro de 1925, atendendo um pedido do Monsenhor Henrique Mourão, administrador Apostólico da Diocese de Campos. Sua estrutura educacional foi aumentada ao longo dos anos, e no seu terreno de 24.000 m² hoje abriga a educação infantil, a partir do pré-maternal, os ensinos fundamental e médio, o curso normal médio e os cursos de graduação (através do ISECENSA – Instituto Superior de Ensino do CENSA).

Figura 9 – Entrada principal do CENSA



Fonte: (www.censa.edu.br)

O CENSA, com seus mais de 90 anos de ensino de qualidade, mantém uma proposta pedagógica fiel a sua identidade carismática e preocupa-se com a formação de um indivíduo completo, com conhecimento acadêmico adequado e com valores morais e éticos.

Dentro da sua característica de sempre se atualizar frente aos rumos da educação, a escola optou, alguns anos atrás, pela adoção do Sistema de Ensino Bernoulli, no seu ensino fundamental e médio.

O Bernoulli, nasceu no ano de 1999, fruto do desejo de dois irmãos e um amigo, todos, na época, recém-egressos do ITA (Instituto Tecnológico da Aeronáutica), em Belo Horizonte – MG. Iniciado como um curso pré-vestibular pelos seus idealizadores, o Bernoulli foi crescendo e em 2003 já havia a primeira unidade do Colégio Bernoulli, ainda em Belo Horizonte.

Apenas dois anos após o colégio nascer, foi criado em 2005 o Bernoulli Sistema de Ensino com o objetivo de produzir materiais didáticos próprios, diferenciados e de qualidade para alunos e professores.

No ano de 2013, o sistema chamou a atenção por ter alcançado o 1º lugar nacional no ENEM entre as escolas com mais de 60 alunos concluintes do 3º ano do ensino médio e considerando a média dos 30 melhores alunos de cada escola. O feito se repetiu no ano seguinte e em 2016 o grupo Bernoulli possuía mais de 270 escolas parceiras que utilizavam seu sistema de ensino.

No mesmo ano de 2016, pela terceira vez o Colégio Bernoulli atinge o 1º lugar nacional no ENEM. Diante da evolução considerável e do projeto pedagógico oferecido pelo Bernoulli, o CENSA no ano de 2015 se estabelece como escola parceira do sistema.

5.2 – AS TURMAS DA APLICAÇÃO

No ano de 2017, quando o produto educacional foi aplicado, o CENSA contava com 3 turmas de 1º ano do Ensino Médio Regular. Como projeto novo na instituição, neste mesmo ano as turmas possuíram seus alunos divididos em dois perfis distintos:

- Turma ENEM: com enfoque na preparação ao exame, a turma ENEM possuía uma abordagem das aulas com atenção especial aos temas mais cobrados no exame. O material Bernoulli era utilizado normalmente e as questões referentes à Seção ENEM oferecida no fim de cada capítulo eram bem trabalhadas por todos os professores da turma.
- Turma MED: nesta turma o ponto principal era a preparação inicial de alunos desejosos pelo curso de Medicina, sobretudo nas principais faculdades particulares da cidade e

regiões adjacentes. O material Bernoulli continuava sendo trabalhado, mas a seção ENEM não era o foco do professor. As questões escolhidas no material eram as que mais se assemelhavam às utilizadas nos vestibulares de Medicina da região. Na carga horária haviam aulas extras das disciplinas de Química e Biologia, pois muitos vestibulares de Medicina costumam possuir uma etapa de questões discursivas dessas disciplinas.

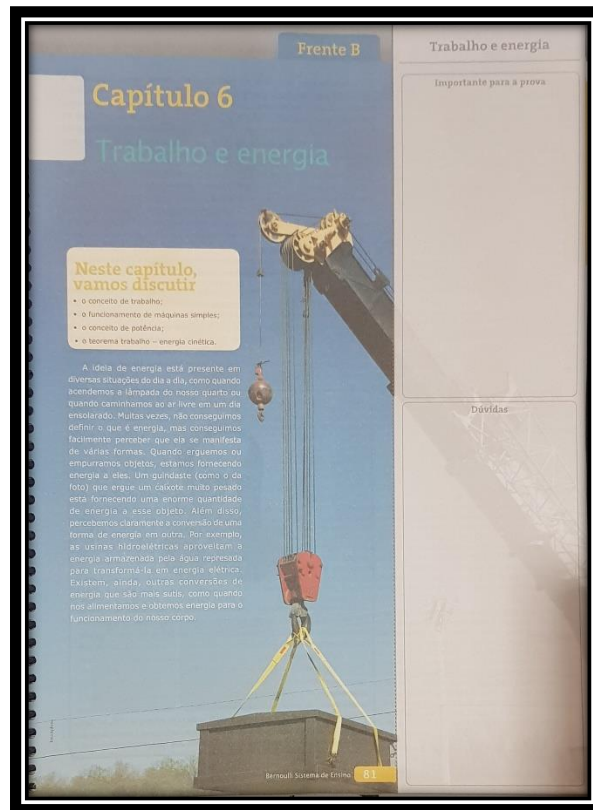
Baseado na proposta oferecida aos alunos, foram estabelecidas 2 turmas com enfoque ENEM e 1 turma com enfoque Medicina. A turma Medicina, foi caracterizada como a 112 EM e possuía um total de 45 alunos integrantes e as duas turmas ENEM foram chamadas 113 EM, com 30 alunos e 114 EM, com 32 alunos. O produto didático produzido foi aplicado em todas as 3 turmas do 1º ano do Ensino Médio.

Em todas as turmas aplicadas observou-se uma faixa etária dos alunos entre 14 e 15 anos, com raras exceções de alunos mais velhos que estavam repetindo a série. Ainda acerca da realidade da sala de aula, foi notado que as turmas eram heterogêneas em diversos aspectos. Numa visão socioeconômica, existiam alunos de maior e menor poder aquisitivo, bem como alguns bolsistas integrais por serem envolvidos em atividades esportivas na instituição.

No que diz respeito a conhecimentos prévios e empatia pela disciplina de Física, muitos apresentavam desde o início do ano letivo uma repulsa pela disciplina pelos mais variados motivos. Alguns tinham vivido experiências traumáticas em anos anteriores, outros a viam como uma “matemática piorada”, e até alguns diziam que queriam “gostar da matéria”, mas não entendiam nada que os seus professores diziam no quadro. Por outro lado, existiam também alunos que se dedicavam à disciplina e diziam gostar muito dos conteúdos e procuravam até entender onde os conceitos podiam se encaixar no dia a dia.

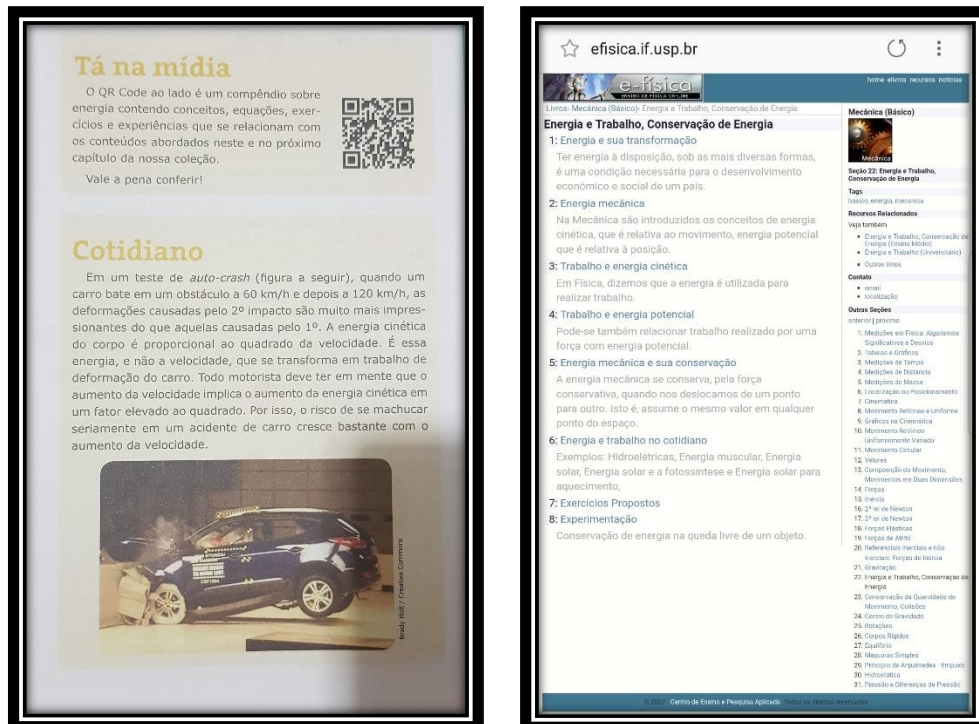
Dentro da proposta do material didático do Bernoulli pode-se observar uma forte vocação na preparação ao ENEM, com um perfil voltado a integração do conteúdo com a realidade do dia a dia. As apostilas apresentam em seus capítulos diversos textos prévios com aplicações dos assuntos que serão estudados e no decorrer das seções destes capítulos inúmeras ferramentas como endereços de sites com simuladores, animações em 3D e até mesmo aplicativos de apoio lidos pelo uso do QR Code. Tudo isso certamente torna o material atrativo para que seja combinado com uma abordagem de metodologias ativas como é o caso do IpC, do professor Mazur.

Figura 10 – Texto inicial de uma apostila de Física do 1º ano do EM



Fonte: o autor, (2017)

Figura 11 – Uso do QR Code e site acessado pela leitura do código



Fonte: o autor, (2017)

5.3 – APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Para que fosse possível a aplicação da metodologia em sala de aula, inicialmente o projeto foi apresentado à coordenação do CENSA, a qual o recebeu com muito entusiasmo, visto que a escola tem grande interesse em metodologias que se diferenciem do ensino tradicional. Quando é mencionada a expressão “ensino tradicional” nos referimos ao modelo de ensino ainda baseada no professor como centro da aula, numa abordagem de conteúdos quase sempre expositiva e com pouca ou quase nenhuma participação do aluno na construção da aula.

Uma vez definida que a aplicação ocorreria em outubro, no último bimestre de 2017 nas turmas de 1º ano, o próximo passo era apresentar a proposta aos alunos que fariam parte da aplicação do produto. Para tal, no dia 06 de outubro, o professor elaborador do material apresentou a proposta aos alunos, turma por turma, em seus respectivos horários regulares de aula de Física. A ideia de uma aula em formato diferente do convencional, despertou a curiosidade de muitos que quiseram saber melhor como tudo ia funcionar. Alguns se mantiveram numa posição de neutralidade, mas nenhum deles se opôs à proposta.

Dado que coordenação e alunos estavam devidamente cientes da proposta, foi estipulado um calendário para a execução das aulas com o uso do IpC. Segue abaixo o cronograma:

Tabela 1 – Cronograma de execução do produto didático

Data	Ação
06/10/17	Apresentar a proposta de aulas utilizando a estratégia do IpC aos alunos e instruções ao uso do aplicativo <i>Socrative</i> .
17/10/17	Enviar os links https://youtu.be/F8txTQ9WVk0 , https://youtu.be/4R1JuVEOWi0 e https://youtu.be/URMJYdUORt4 como tarefa da 1ª pré-aula.
20/10/17	Aula - Energia e Potência, com a estratégia da IpC e utilização do <i>Socrative</i> .
24/10/17	Envio dos links https://youtu.be/BLYap0sH71w e https://youtu.be/x1GziYZXXWw como tarefa da 2ª pré-aula.
27/10/17	Aula - Trabalho, Teorema da Energia Cinética e Trabalho do Peso, com a estratégia da IpC e utilização do <i>Socrative</i> .
28/10/17	Envio do link https://youtu.be/xMv31MjZyNY como tarefa da 3ª pré-aula.
30/10/17	Aula – Conservação da Energia Mecânica, como o uso da estratégia da IpC e <i>Socrative</i> na coleta de respostas aos testes

Fonte: o autor, (2017)

Entre o momento que a proposta foi apresentada aos alunos e o primeiro dia de aula em que utilizamos a IpC, cada encontro com os alunos foi aproveitado, entre outras coisas, para incentivá-los nas atividades de pré-aula. Certamente prejudicaria o andamento da aula se o aluno chegasse a esse momento sem ter assistido aos vídeos solicitados na parte que antecede o dia da aula. Por se tratar de uma nova abordagem no ensino, é importante o professor reforçar que a aula já começa muito antes do encontro na sala de aula.

Em 20 de outubro de 2017, é chegado então o momento do primeiro encontro utilizando a IpC e o *Socrative* nas salas de aula. Inicialmente a aula começou com o professor perguntando se os alunos haviam assistido aos vídeos recomendados dias antes. No primeiro dia, é conveniente ressaltar que na turma 112, maior turma, numa contagem rápida de mãos erguidas, uns 26 da turma de 45 alunos haviam assistido ao vídeo. No entanto nas turmas 113 e 114, ambas em torno de 30 alunos, foi observada que grande parte dos alunos haviam assistido ao material pré-aula, inclusive alguns demonstraram isso por comentários prévios nos grupos de WhatsApp da turma da escola.

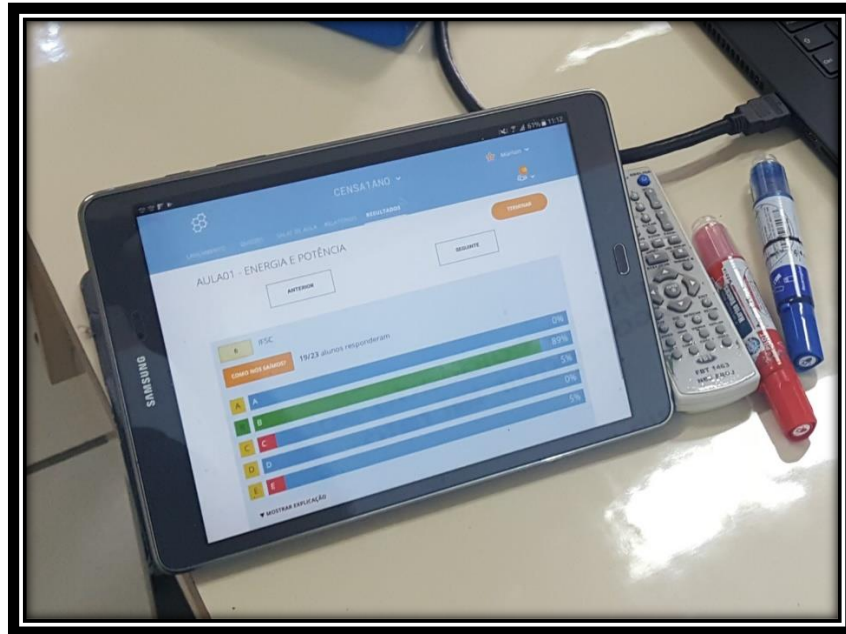
Após a percepção desse número de alunos que assistiram aos vídeos, foi realizada uma breve explanação acerca dos conceitos de Energia, trazendo à lembrança algumas ideias apresentadas na vídeo-aula. Para que a proposta do professor Mazur fosse bem aplicada ao nosso cenário de aula, a explanação feita dentro de um tempo de aproximadamente 15 minutos e logo após esse tempo foi pedido que os alunos utilizassem seus celulares para acessar o aplicativo *Socrative Student*. Os alunos já haviam baixado o aplicativo em suas plataformas nos celulares previamente, pois no dia 06 de outubro quando a proposta foi apresentada, o professor também apresentou o aplicativo e os ensinou a utilizar.

Para este primeiro encontro foi criada uma lista de questões conceituais, que será disponibilizada no produto didático, e as questões foram inseridas no aplicativo em forma de um Quizz, dentro de uma sala de aula virtual nomeada CENSA1ANO. A sala foi acessada pelos alunos em seus aplicativos e as questões foram sendo liberadas uma a uma pelo professor. A medida que os alunos respondiam a cada questão do teste, os dados percentuais de cada alternativa marcada eram enviados ao aplicativo da versão do professor. Ciente dessas respostas, o professor poderia tomar as decisões de acordo com o proposto por Mazur em seu método.

Nesse primeiro encontro, o tempo permitiu que apenas 5 questões fossem respondidas. Um número abaixo do planejado inicialmente, mas que se deu desta forma dada a interrupções por problemas técnicos que alguns alunos tiveram no início do processo em usar o aplicativo e também pelo fato de alguns não terem conseguido dar respostas a algumas questões dentro do

tempo desejado que seria de 3 a 5 min em média. Ainda que com pequenos atrasos, o primeiro encontro nas três turmas se mostrou extremamente produtivo.

Figura 12 – Respostas enviadas ao aplicativo do professor



Fonte: o autor, (2017)

Dias antes do segundo dia de aula, novos links, seguindo o cronograma, foram liberados para que os alunos pudessem conhecer um pouco a respeito do conceito de Trabalho na Mecânica e algumas aplicações relacionadas ao mesmo. No dia 27/10, como esperado, ocorreu a segunda aula com a metodologia e da mesma forma que no primeiro dia, os alunos foram indagados acerca de terem ou não assistido ao vídeo. Para uma grata surpresa, o número de alunos em cada turma que não haviam assistido foi mínimo, com um destaque para a turma 114 onde todos que estavam na sala disseram ter assistido aos vídeos.

Mesmo com apenas um encontro tendo ocorrido, já era percebida uma mudança na atmosfera da sala de aula. Muitos se mostraram curiosos em como seria a próxima aula, quais os tipos de perguntas, e alguns alunos mencionaram o fato de terem assistido outros vídeos sobre o assunto mesmo não sendo pedido pelo professor. Quando indagados sobre o porquê de terem assistido mais vídeos, um deles disse: “comecei achar interessante o que o senhor falou no vídeo, e também achei um vídeo maneiro de skate falando de energia”.

A aula foi iniciada, novamente, com uma explanação e algumas imagens que foram projetadas e partir daí discutiu-se acerca do trabalho de forças envolvidas, e sobre a energia.

Passado cerca de 15 min, uma nova lista de testes foi aplicada com a mesma estratégia da aula anterior – uso do *Socratic* e questão a questão sendo captadas as respostas.

Como ocorreu na primeira aula, algumas respostas fizeram com que o professor reforçasse alguns pontos do conteúdo, e por algumas vezes os percentuais de acerto ficaram entre 30% e 70%, o levando a propor, como sugere o prof. Eric Mazur, as discussões aos pares. Nesse momento os alunos se aproximavam de outros, principalmente alguns que mencionaram que marcaram com dúvida sua alternativa, e em duplas, e ocasionalmente em trios, eles discutiam por alguns poucos minutos as opções novamente. Quando o tempo já era considerado adequado, o professor pediu que os alunos refizessem sua marcação de resposta, e como argumentado pelos defensores da metodologia, na maioria das vezes que esses momentos ocorreram nas aulas, as respostas apresentaram um ganho percentual de acertos em relação a escolha original.

Figura 13 – Alunos em discussão aos pares na aula



Fonte: o autor, (2017)

Alguns alunos da turma 113 - última a ter aula naquela manhã de 27/10 – procuraram o professor ao fim de aula para declarar que estavam mais motivados pelo novo formato da aula, e pediram que enviasse mais links de aulas e curiosidades da Física, atribuindo que dessa forma as aulas estavam “mais legais e menos cansativas”. Certamente foram comentários positivos

muito importantes, além do próprio feedback que o método já traz durante a evolução de respostas e questionamentos nas aulas.

No dia seguinte à segunda aula, um último link foi disponibilizado para a aula programada de 30/10. Neste último vídeo, a discussão era sobre a Conservação da Energia Mecânica, um tema de muita importância na Mecânica Newtoniana. Chegado o dia da terceira e última aplicação do nosso produto, como ocorreu no segundo dia, a maioria dos alunos havia assistido ao vídeo produzido.

A aula começou com uma breve explanação sobre a Conservação da Energia Mecânica, e discussões sobre a influência do atrito no dia a dia. Alguns exemplos de questões de vestibulares também foram apresentados aos alunos, sobretudo com intuito de expor aos mesmos a forma como muitos desses exames têm cobrado os assuntos discutidos. Passado pouco mais de 20 min nessa primeira parte, pediu-se aos estudantes para acessarem novamente o *Socrative* e foram apresentadas, uma a uma, questões sobre o discutido no vídeo e na aula.

Dentre todos os três encontros, em todas as turmas, pode se dizer que o terceiro, certamente, ofereceu a oportunidade de melhor observação da eficiência da aprendizagem ativa com o uso da IpC. Isto é dito não só por ter sido o encontro com o maior número de questões resolvidas, oito (8) no caso, mas também porque ocorreu o maior número de discussões aos pares e com maior percentual de gabaritos atingidos após as conversas entre os colegas de classe.

Figura 14 – Momentos de aula com uso da IpC



Fonte: o autor, (2017)

5.4 – DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Como mencionado anteriormente, ao terceiro momento de aplicação do produto pode-se observar mais claramente a eficiência da aplicação de aulas com o uso do *Peer Instruction* como estratégia de aprendizagem na Física. No entanto, existem diversos pontos importantes a serem discutidos que foram registrados na aplicação do produto. A seguir, como forma de organizar melhor essa discussão de resultados, seguem algumas seções deste tópico.

5.4.1 – A interação social no processo de aprendizagem com o *Peer Instruction*

De acordo com Vygotsky (1996), todas as funções no desenvolvimento humano primeiro se dão no nível social, mas depois no nível individual. Em sua teoria sociointeracionista, o que dá origem e move a aprendizagem e o desenvolvimento intelectual são as interações sociais que os indivíduos estabelecem entre si. É admissível pensar que a aprendizagem humana implica numa natureza social específica e um processo pelo qual as pessoas entram na vida intelectual daquelas que estão em seu convívio.

Ao aplicar a estratégia do prof. Mazur nas salas de aula, tornou-se evidente a importância que a interação social defendida por Vygotsky tem para que o método se torne eficiente. Nas situações em que as discussões aos pares se deram em sala de aula, os estudantes demonstraram o valor que a linguagem própria deles possui no processo de aprendizagem.

Em muitos casos, por mais que o professor se esforce em modificar seus exemplos e sua linguagem, ainda se tem incontáveis situações em que o aluno não consegue compreendê-lo. Mesmo sem todo o conhecimento acadêmico de um professor, por diversas vezes, um colega consegue esclarecer a dúvida em poucos minutos, até em segundos em alguns casos. Isto ocorre, de acordo com Mazur (2015) porque o estudante que é capaz de entender o conceito que fundamenta a questão, acabou de aprender a ideia e ainda está ciente das dificuldades que teve que superar para compreender o conceito envolvido. Logo, ele sabe o que enfatizar na sua explicação ao colega.

No contexto do CENSA é curioso salientar que muitos colegas de classe já estudavam juntos por vários anos, alguns desde o maternal. Esses laços criados ao longo dos anos, certamente contribuíram para que, se conhecendo melhor, estabelecessem uma linguagem própria entre eles. A forma deles conversarem entre si nas discussões de respostas chamaram atenção em alguns momentos e, por isso, às vezes em pouquíssimo tempo, aquele que possuía a resposta correta conseguia influenciar o colega que estava equivocado com certa naturalidade.

5.4.2 – Os testes conceituais e as discussões aos pares

Um dos aspectos relevantes apresentados no livro *Peer Instruction – A Revolução da Aprendizagem Ativa*, do prof. Eric Mazur é a aplicação de testes conceituais aos seus alunos.

Dentro das aulas ministradas no CENSA, em todas as turmas, nos três dias foram aplicados um total de dezenove (19) questões conceituais, sendo cinco (5) questões no primeiro dia, seis (6) no segundo e oito (8) questões no terceiro dia de aula.

No decorrer dos encontros, em diversos momentos, os índices percentuais de acertos das questões aplicadas estiveram entre os valores de 30% e 70%. De acordo com Mazur, nesses casos se faz necessária a discussão aos pares, no intuito dos estudantes em suas conversas entre si, estabelecerem melhores resultados às questões propostas. Na tabela abaixo temos um panorama de quantas e quando as discussões aos pares foram observadas nas aulas.

Tabela 2 – Distribuição das intervenções por discussão aos pares ocorridas nas aulas

	112	113	114	Discussões aos Pares
1ª Aula	2	2	3	7
2ª Aula	3	2	3	8
3ª Aula	4	5	6	15
Total	9	9	12	30

Fonte: o autor, (2017)

Com o olhar nos dados da tabela acima, percebe-se um número maior de discussões de questões no 3º dia de aula. Tal resultado pode ser interpretado pelo fato do número maior de questões resolvidas nesse dia e possivelmente pela temática dessa aula exigir um entendimento mais cuidadoso dos seus conceitos.

Outro aspecto relevante diz respeito à turma 114 que apresentou, entre as turmas, o maior número de discussões aos pares. Por ser também professor da turma desde o início do ano letivo, é possível neste caso declarar que se trata de uma turma com dificuldades de domínio de conteúdos de diversas disciplinas, inclusive a Física. Alguns alunos desta turma apresentaram, ao longo do ano de 2017, um rendimento abaixo do esperado, e passaram ainda por recuperações no 1º semestre, alguns sem sucesso nestas avaliações.

Uma vez mencionado esse contexto, a turma 114 foi a que dentro da aplicação da IpC nas aulas apresentou maior eficiência em reverter gabaritos equivocados a partir das discussões

aos pares, em que das 12 discussões, 11 gabaritos foram revertidos a valores acima de 70% de acertos.

Tabela 3 – Tabela de quantitativo de gabaritos revertidos após uso da IpC

	112	113	114
Nº Discussões	9	9	12
Nº Gabaritos Revertidos	5	7	11
Percentual de Reversão após IpC	55,56%	77,78%	91,67%

Conforme observado na tabela acima, ressaltamos que as turmas 112 e 113 obtiveram o maior número de questões que não necessitaram da intervenção por discussão aos pares, o que não significa que todas as 10 questões não discutidas entre colegas, em cada uma dessas duas turmas, estavam acima dos 70% de acerto logo de primeira.

Existiram alguns casos, tanto na 112 quanto na 113 de questões com índice de acerto na primeira marcação abaixo dos 30%, e, portanto, os conteúdos nesses momentos foram reforçados novamente pelo professor para que os conceitos das questões fossem melhor compreendidos. Após essa segunda explanação, mais aprofundada, as questões foram lançadas novamente no *Socrative* e os resultados apresentaram valores acima dos 70% de acerto, e assim permitindo a sequência da aula.

De forma inquestionável, a proposta apresentada no produto educacional se revelou muito eficiente sobretudo na turma com maior dificuldade com a Física. O formato de uma aula não centrada no professor, aliado aos momentos de pré-aula, contribuíram de maneira perceptível para um ambiente diferente e motivador para muitos dos alunos das três turmas. Através dos caminhos e conceitos já compreendidos, muitos alunos em suas discussões entre si propiciaram melhores resultados e avanços nas relações sociais entre os mesmos.

5.4.3 – Dificuldades na aplicação do produto

Embora a aplicação do produto didático nas salas de aula do CENSA tenha sido inegavelmente eficiente e motivadora, isso não significa que não existiram dificuldades no processo de execução da tarefa. Mesmo com todo apoio dado pela coordenação e direção da escola, durante o processo de aplicação do produto, ficaram evidentes que alguns fatores podem representar pedras no caminho.

Como mencionado nesta dissertação, a turma 112 possuía um quantitativo de 45 alunos em sua turma voltados para os cursos de graduação em Medicina. Não foi demorado notar, até por ser professor da turma desde o início do ano letivo, que pelo quantitativo de alunos um pouco acima do desejado, nem todos os alunos se envolveram nas atividades das aulas de forma adequada. Alguns, no primeiro encontro, não haviam assistido aos vídeos de pré-aula, o que se refletiu em certo desinteresse durante a aula na sala.

Junto ao dito, alguns alunos também dispersaram durante o uso do aplicativo *Socrative* e foi necessária a intervenção do professor para que estes não continuassem usando o celular para uso indevido. Em um certo momento da aula, por exemplo, dois alunos estavam no fundo da sala com os celulares no Instagram e trocando mensagens com outras pessoas de fora da aula.

Nas turmas 113 e 114 também foram notados alguns estudantes dispersos em momentos das aulas, mas em um contingente bem menor. Por se tratarem de turmas em média de 30 alunos, ficou visível que num quantitativo menor de alunos na sala, o aproveitamento do método é maior. É possível estar mais atento a alunos dispersos, verificar aqueles que precisam de um suporte maior nas discussões de ideias, e acompanhar se as tarefas de pré-aula estão se tornando um hábito para esses estudantes.

Fora essas situações expostas acima, talvez uma pequena dificuldade final encontrada seja de responsabilidade do professor. O desafio em mudar sua sala de aula, em se desfazer da forma como as suas aulas eram preparadas e permitir-se ser parte de uma nova realidade, nem sempre é uma tarefa muito simples. No decorrer dos encontros foi notável que no 3º momento de aula é que essa realidade passou a se tornar de fato mais amigável e por que não dizer, mais crível. Com isso, fica registrado a importância de se fazer algo que nos retire da zona de conforto, como educadores, e que mesmo sendo desconfortante a princípio, possa trazer um futuro agradável tanto a docentes quanto a discentes.

5.4.4 – A avaliação do produto aplicado

Um dos pontos interessantes ao utilizarmos na sala uma estratégia de aprendizagem como a IpC é o fato dos resultados serem construídos durante a própria aula, pois é possível comparar as respostas antes e depois da aplicação das discussões e perceber, na maioria das vezes, o avanço no número de acertos. Quando analisado desta forma, entendemos pela tabela 3 que na aplicação do produto desta dissertação o método se revelou eficiente e sobretudo nas

turmas com menor quantidade de alunos e com maior dificuldade de compreensão inicial dos temas.

Mesmo que esse feedback imediato das aulas já fosse suficiente, ainda para esta pesquisa elaborou-se um pequeno questionário para entender melhor o impacto desse novo formato de aula. O questionário, que estará presente no apêndice B desta dissertação, foi aplicado a 3 alunos de cada turma que participaram das aulas em outubro de 2017, mas com intuito de não querer uma avaliação logo após a aplicação, este só foi aplicado aos alunos no fim de novembro de 2017. Todos os alunos foram escolhidos de forma aleatória por meio de sorteio de seus números de chamada em lista escolar.

O formulário foi respondido também pelo aplicativo *Socrative*, e a primeira observação que deve ser feita aqui, apenas como fato curioso, é que dos 9 alunos entrevistados, 7 ainda possuíam o aplicativo instalado nos seus celulares. De maneira informal, foram questionados por que ainda tinham o aplicativo, e a maioria expressou a ideia de que deixaram porque acreditavam que algum professor pudesse usar novamente em alguma aula para atividades.

Seguido esse início de conversa, todos os 9 alunos, os quais usaremos nomes fictícios nessa pesquisa, se mostraram solícitos em responder ao questionário. Dentro da análise de respostas dadas, surgem algumas considerações relevantes que foram expostas por meio das tabelas abaixo.

Tabela 4 – Análise da 1ª questão no questionário avaliativo das aulas usando a IpC

Como você se sentiu ao estudar para uma aula antes dela ocorrer?	
Alternativas	Nº de alunos
Não estudei	2
Gostei e estudei	6
Gostei e já estudava antes das aulas	1
Não tenho opinião sobre isso	0

Fonte: o autor, (2017)

Como observado, a maioria dos entrevistados gostou da iniciativa de estudar antes da aula começar na sua classe. Certamente, era uma preocupação inicial, pois sem o aluno iniciar o estudo antes mesmo da aula na classe ocorrer, toda a estratégia proposta pelo prof. Mazur fica comprometida, visto que o momento de pré-aula traz o aluno para a sua sala de aula com possíveis inquietações e desejo de dialogar mais sobre o que leu e/ou ouviu.

Tabela 5 – Análise da 2ª questão no questionário avaliativo das aulas usando a IpC

O que você achou dos vídeos usados nos momentos de pré-aula?	
Alternativas	Nº de alunos
Não gostei	0
Gostei de alguns	3
Gostei de todos	6
Não tenho opinião sobre isso	0

Fonte: o autor, (2017)

Pelo segundo questionamento feito, se tem a percepção de que a maioria dos alunos simpatizou com o material produzido para o pré-aula. Apesar de serem vídeos de qualidade simples, a maneira como o conteúdo desse material foi abordado se revelou atrativa ao aluno.

Tabela 6 – Análise da 3ª questão no questionário avaliativo das aulas usando a IpC

Na sala de aula, como você se sentiu com uma aula com o professor falando menos e dando mais tempo para os alunos discutirem os assuntos?	
Alternativas	Nº de alunos
Não gostei	1
Gostei, mas não fez diferença	0
Gostei muito	8
Não tenho opinião sobre isso	0

Fonte: (o autor, 2017)

Essa foi uma pergunta de grande relevância no questionário. Ao ver que 8 alunos disseram gostar muito da mudança, isso nos fez refletir o quão importante é que as aulas sejam realmente com o aluno no centro do processo de aprendizagem.

Permitir que os alunos discutam as ideias, trazer uma aula com menos tempo do professor no quadro falando, tudo isso pelo que vemos gera uma empatia maior no estudante. O decorrer da aplicação também possibilitou a percepção, por olhar do professor, de que as turmas estavam mais colaborativas e animadas em falar acerca dos assuntos das aulas.

Nos momentos iniciais ainda existia uma certa timidez por parte de muitos alunos em falar acerca do tema da aula, mas aos poucos e à medida que um falava, outro já aproveitava a oportunidade para dar sua visão, uma opinião e até levantar questionamento sobre fenômenos e situações que ele mesmo não compreendia. A fluidez da aula foi notável e a fala dos alunos ocupou, como desejado, a maior parte do tempo das aulas.

Tabela 7 – Análise da 4ª questão no questionário avaliativo das aulas usando a IpC

Quanto ao uso do <i>Socrative</i>, você teve dificuldade em utilizar?	
Alternativas	Nº de alunos
Não	7
Sim, no início	2
Sim, a maior parte do tempo	0
Não tenho opinião sobre isso	0

Fonte: o autor, (2017)

Nessa etapa, a ideia era avaliar o uso da ferramenta nas aulas. Pelos dados expostos acima, o *Socrative* não se tornou um empecilho no decorrer da aula para a maioria dos alunos e, mesmo com alguns relatos de dificuldades iniciais, todos em suas aulas foram instruídos diversas vezes pelo professor a mencionar se precisavam de qualquer ajuda para utilizar o aplicativo.

Interessante que alguns alunos que haviam entendido bem o funcionamento do aplicativo também auxiliaram outros colegas a lidarem melhor com a ferramenta durante as aulas.

Tabela 8 – Análise da 5ª questão no questionário avaliativo das aulas usando a IpC

Em alguns momentos o professor pediu para que se aproximasse de algum colega e discutisse a resposta da questão com ele. Você acha que essas discussões ajudaram a mudar algumas de suas respostas?	
Alternativas	Nº de alunos
Não	1
Sim, algumas vezes	4
Sim, várias vezes	4
Não tenho opinião sobre isso	0

Fonte: o autor, (2017)

Com uma observação aos dados da tabela acima é possível perceber que a maioria dos alunos reconsideraram suas respostas após discussões com outros colegas. É razoável que não significa que todas as mudanças nas suas alternativas tenham culminado na resposta correta, mas pelos ganhos percentuais obtidos nas turmas pode se presumir que o gabarito foi alcançado na maior parte das vezes.

Tabela 9 – Análise da 6ª questão no questionário avaliativo das aulas usando a IpC

Você ajudou alguém a mudar de resposta?	
Alternativas	Nº de alunos
Não	2
Sim, algumas vezes	5
Sim, várias vezes	2
Não tenho opinião sobre isso	0

Fonte: o autor, (2017)

A partir das informações da tabela acima é reforçada a ideia de como as interações entre eles é capaz de produzir reavaliações sobre as suas primeiras decisões. Percebeu-se que na resposta a esse questionamento alguns dos alunos que participaram da entrevista demonstraram uma expressão de satisfação pessoal. De modo informal, disseram ao entrevistador no fim do questionário que se sentiram “ensinando algo também”. Como professor, pode se dizer que foi muito agradável ouvir e perceber essa visão por parte dos alunos.

Tabela 10 – Análise da 7ª questão no questionário avaliativo das aulas usando a IpC

Ao fim das aulas, após todas as questões resolvidas, discussões realizadas e vídeos assistidos, como você avalia seu nível de compreensão do conteúdo estudado?	
Alternativas	Nº de alunos
Ruim	0
Regular	0
Bom	2
Muito Bom	4
Excelente	3

Fonte: (o autor, 2017)

Na penúltima pergunta feita aos alunos foi observado que a maioria deles se considerou com um bom nível de compreensão dos conteúdos ministrados nas aulas com o uso da IpC. Provavelmente as suas respostas também foram baseadas em seu resultado bimestral, visto que quando a entrevista foi realizada suas provas bimestrais de Física já haviam ocorrido. Crê-se que com o resultado da avaliação bimestral em mãos, que possuía 50% do conteúdo trabalhado nas aulas com uso da IpC, o aluno se sentiu seguro em responder tal questionamento.

Como indagação final, pediu-se que o aluno descrevesse como foi sua experiência com essa nova abordagem das aulas. Todos os alunos participantes do questionário foram unânimes em dizer os quão positivos e diferentes esses dias de aula.

Para a aluna, que chamaremos ficticiamente por Alice, sua resposta foi: “Espero que mais aulas como estas aconteçam aqui na escola, os professores às vezes não sabem como é cansativo ficar parada assistindo só eles falarem e fazer exercícios do livro.”

O Bruno – nome fictício – mencionou o seguinte: “No começo estava meio perdido, porque não vi o primeiro vídeo, mas depois que vi, fez todo sentido” e em outro trecho “eu queria mais aulas assim, eu melhorei minha nota nesse último bimestre por entender o conteúdo.”

Mais um relato, dessa vez do aluno que chamaremos de Davi, foi muito gratificante. Ele diz: “Nunca gostei de Física, de exatas na verdade, sou de humanas, mas essas aulas não foram chatas e foi a primeira vez que eu entendi melhor o que estudava sem ter que decorar. Eu estou até gostando desse “negócio de física”, eu acho.”

A utilização da IpC como uma estratégia para a aprendizagem produziu um novo olhar do conteúdo para diversos alunos nesses dias de aplicação. Fica o pensamento do quanto seria ainda mais eficaz se fosse aplicado durante todo o ano letivo, e em outras disciplinas também.

Em meio a comentários como estes e analisando tudo que foi vivenciado nas salas de aula, é possível acreditar que uma mudança não é somente necessária, ela é possível e alcançável.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendendo a necessidade de mudança na forma de ensino de Física no Brasil, surgiu o desejo pela pesquisa proposta neste trabalho de dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Ao olhar de forma mais específica para a realidade de trabalho em que, como professor, estou inserido, percebo ainda mais a urgência por esta mudança, visto que no contato direto com alunos a cada dia cresce o desinteresse por parte deles pela Física. Muitas tem sido, nestes últimos anos, as indagações de como o que se tem estudado na sala de aula pode ser usado na vida deles.

Somado a esse cenário, uma corrente de questões com caráter mais conceitual, com uma matriz de habilidades e competências bem definidas em muitos processos seletivos de ingresso às Universidades do país, tem obrigado diversos educadores a repensar a forma como a Física está sendo apresentada dentro de sala de aula.

Ainda se constata, apesar de tantos avanços tecnológicos, um modelo de ensino tradicional, centrado no professor em seu papel principal de detentor do conhecimento, diante de uma lousa com caneta ou giz em mãos e diante de si, uma plateia, na maioria das vezes, inerte a tudo que está sendo colocado diante de seus olhos.

Neste cenário de ensino, o método do professor Eric Mazur, denominado “Peer Instruction”, ou em tradução livre, Instrução pelos Colegas (IpC), vem com uma proposta de mudança significativa, redesenhando os papéis dentro da sala de aula, e fazendo, por meio da interação social proposta por Vygotsky na sua teoria, uma revolução da aprendizagem ativa. O educando assim passa a desempenhar um papel ativo e diretamente ligado a seu aprendizado.

Somado à função mediadora do professor, as discussões criaram um ambiente de sala diferenciado, sem a monotonia das aulas tradicionais e com a relevância de que tantos os conhecimentos mais antigos quanto os mais novos foram discutidos entre todos os envolvidos no ambiente de aprendizado.

Com a sua aplicação pude como professor enxergar uma mudança no ambiente da sala de aula que, aos meus olhos foi consideravelmente positiva. Um detalhe interessante ao processo de aplicação está no fato do professor aplicador neste caso era o próprio professor da turma durante o ano letivo e isto certamente levou os alunos a uma desejada comparação de satisfação acerca das aulas antes e depois do uso da IpC.

O mesmo professor, mas com uma abordagem totalmente diferente, trazendo uma perspectiva de estudo prévio a aula, combinando aulas menos expositivas e mais debatidas, com

testes conceituais elaborados de forma a verificar o exato nível de entendimento do aluno, tudo isto aliado às interações entre eles, gerou dados animadores como verificados nesta pesquisa.

Por fim, mesmo sabendo que ainda existe muito a se debater e crescer quando se diz respeito a aprendizagem, creio que a estratégia do *Peer Instruction* do prof. Mazur foi capaz de proporcionar um ganho relevante tanto aos alunos que participaram desse projeto, quanto a mim, professor por quase duas décadas.

Como dito nesta dissertação, a pesquisa produziu um produto educacional que está disponível ao uso para fins educacionais a todos professores e profissionais da área de educação que possuem interesse em explorar uma nova forma de abordagem no ensino de Física em suas salas de aula.

Acreditando em dias melhores para educação no Brasil, é importante que como professores não deixemos que os avanços se deem apenas fora das nossas salas de aula. É preciso sair do conforto de aulas expositivas prontas, do mesmo formato de décadas, e apontar novos rumos que façam com que a sala de aula seja um lugar de grandes ideias, de conceitos aplicáveis ao nosso dia a dia e alunos mais preparados para o futuro que se aproxima a cada dia mais rapidamente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, João Baptista de. A evolução do ensino de Física no Brasil. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.1, n.02, p. 45-58, 1979.

_____. A evolução do ensino de Física no Brasil (2ª parte). Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.2, n.01, p. 55-73, 1980.

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.30, n.2, p. 362-384, ago. 2013.

BASTOS, C. C. Metodologias Ativas. 2006. Disponível em: <http://educacaoemedicina.blogspot.com.br/2006/02/metodologias-ativas.html>. Acesso em 20 fev. 2017.

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

BERGMANN, J.; SAMS, A. Sala de Aula Invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem. 1ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

BONIN, L. F. R. A teoria histórico cultural e condições biológicas. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo(PUC-SP). São Paulo, 1996.

BRAZ, C. J. F., Instrução por Colegas: apresentação de um método para o ensino. Monografia do Curso de Licenciatura em Física. Universidade Estadual da Paraíba (UEPA). Campina Grande, 2014.

CAMPAGNOLO, R.; SILVA, A. A. D.; RAUBER, J. J.; TRATCH, R. Uso da abordagem do Peer Instruction como metodologia ativa de aprendizagem: um relato de experiência. Signos, ano 35, n. 2, p. 79-87, 2014.

CARVALHO, A. M. P. C. Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

COELHO, L.; PISONI, S. Vygotsky: sua teoria e influência na educação. Rev. E-Ped – FACOS / CNEC Osório, vol.2, n.1, p. 144-152, agosto 2012.

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

CUMMINGS, K.; ROBERTS, S. G. A Study of Peer Instruction Methods with High School Physics Students. AIP Conference Proceedings, v1064, p. 103-106, 2008.

DINIZ, A. C. Implementação do método Peer Instruction em aulas de física no ensino médio. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física. Universidade Federal de Viçosa – UFV. Viçosa, 2015.

FERNANDES, Simone G. P. Algumas considerações sobre o ensino de Física no Brasil e seus reflexos na formação de professores. *Mimesis*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 53-63, 1997.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. 10 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

LAIER, F. P.; BETTINI, C. Just-in-Time Teaching, Peer Instruction, clicker – A revolução do Ensino Universitário Americano. 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás, PDPETRO, 6. Florianópolis (SC), 2011.

LASRY, N. Clickers or flashcards: is there really a difference? *The Physics Teacher*, Colege Park, v.46, p. 242-244, apr. 2008.

LEPRE, R. M. Contribuições das teorias psicogenéticas à construção do conceito de infância: implicações pedagógicas. *Rev. Teoria e Prática da Educação*, v.11, n.3, p.309-318, set./dez. 2008.

LUCCI, M. A. A importância da interação na individuação: uma visão da abordagem sócio-interacionista de Vygotsky. In: *Revista de Ciência da Educação*. n.6 São José dos Campos – SP: Stiliano, 2002 p.137-147.

LUCCI, M. A. A proposta de Vygotsky: a psicologia sócio-histórica. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 2006.

MANGANOTTI, S. A. Psicologia Histórico-Cultural e o Desenvolvimento das Funções Psicológicas Superiores. Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE. Universidade Estadual de Maringá. UMUARAMA, 2008.

MAZUR, E. *Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa*. 1ed. Porto Alegre: Penso, 2015.

MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F.; NETO, O. C.; GOMES, R. *Pesquisa Social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis: Vozes, 1994.

MOLON, S. I. A questão da subjetividade e da constituição do sujeito nas reflexões de Vygotsky. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). São Paulo, 1995.

MOREIRA, M. A. A teoria da mediação de Vygotsky. In: MOREIRA, M. A. Teorias da Aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999. p.109-122.

MOREIRA, M. A. Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências. Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo. (2009). Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios5.pdf>>. Acesso em: dia 20 de janeiro de 2017.

MULLER, M. G.; BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Implementação do método de ensino Peer Instruction com o auxílio dos computadores do projeto “UCA” em aulas de Física do Ensino Médio. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.29, n. especial, 2012.

MULLER, M. G. Metodologias Interativas de Ensino na Formação de Professores de Física: Um estudo de caso com o Peer Instruction. Dissertação de Mestrado em Ensino de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, 2013.

MULTIRIO - Empresa Municipal de Multimeios. Rio de Janeiro: Prefeitura municipal do Rio de Janeiro. Contém textos sobre a história do Brasil. Disponível em: <<http://www.multirio.rj.gov.br/index.php/estude/historia-do-brasil/rio-de-janeiro/65-o-rio-de-janeiro-novamente-corte-o-imperio/2877-o-colegio-de-pedro-ii>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

NAGLE, Jorge. Educação e Sociedade na Primeira República. São Paulo: EPU, 1974

OLIVEIRA, M. K. Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico. 3.ed. São Paulo: Scipione, 1993.

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

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S.; 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, p.180-206, abr. 2015.

REGO, T. C. Vygotsky: Uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis/RJ: Vozes, 1995. p.19-35.

SILVEIRA, D. T.; GERHARDT, T. E. Métodos de Pesquisa. Apostila de Sala de Aula. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

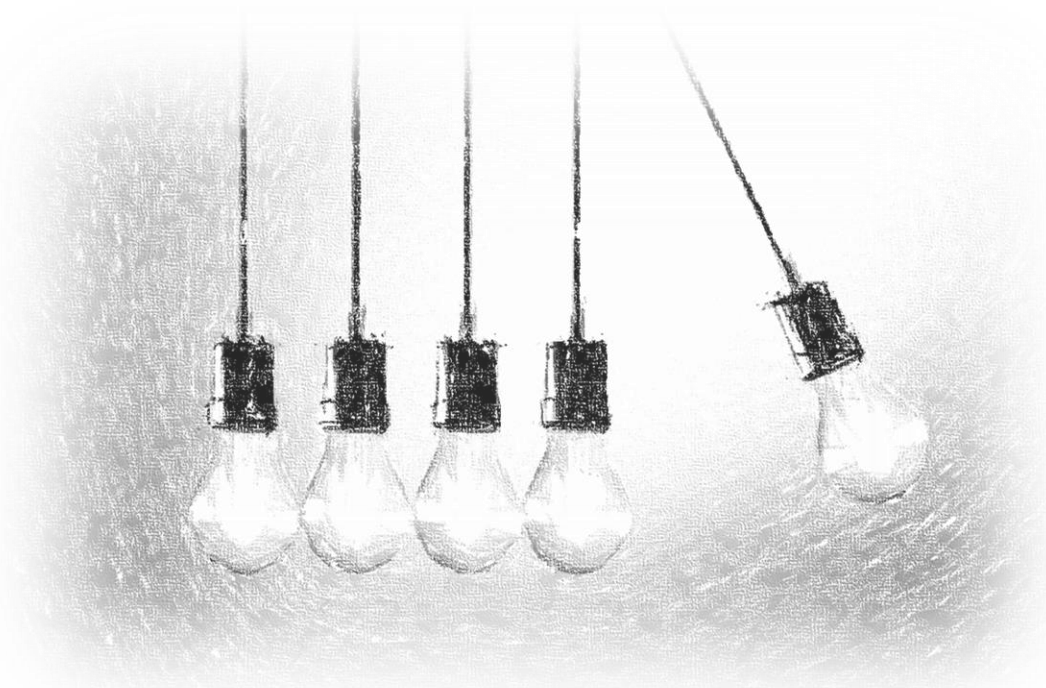
VIEIRA, R. C. M.; GHEDIN, E. A epistemologia proposta por Vygotsky e suas implicações para o ensino de ciências. In: GHEDIN, E. Teorias psicopedagógicas do ensino-aprendizagem. Boa Vista: UERR Editora, 2012. p.139-153.

VYGOTSKY, L. S. Pensamento e Linguagem. 6ed. Tradução: Jefferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 5ed. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

**PROPOSTA DIDÁTICA DIFERENCIADA BASEADA
NO MÉTODO “PEER INSTRUCTION” PARA A
APRENDIZAGEM DE “TRABALHO E ENERGIA”
NO ENSINO MÉDIO**



MATERIAL DO PROFESSOR

MARLON VINÍCIUS RIOS DE FARIA QUEIROZ

2018

APRESENTAÇÃO

Olá! Tudo bem, professor(a)? Pois é, espero que esteja! Este pequeno trabalho que você, educador(a), começará a ler, foi feito especialmente para alguém como você. Alguém que tem sonhos de mudar as salas de aula. Alguém que espera poder dividir, trocar, ensinar e ao mesmo tempo aprender com cada um dos seus educandos.

O material didático aqui desenvolvido tem como objetivo fornecer uma estratégia de ensino diferente, com o que chamamos de *aprendizagem ativa*. A linguagem utilizada, no texto e nos vídeos, é diferente dos livros didáticos, pois a intenção é trazer também uma forma nova de leitura da Física, mais leve, mais contextualizada e principalmente inovadora e eficiente.

Nesse material didático, vamos fazer uma caminhada com novas formas de trabalhar uma temática, não levando em consideração apenas a Física, mas também o uso de ferramentas e estratégias que maximizem os resultados esperados. Entenderemos melhor o que é a *Aprendizagem Ativa* por meio do *Peer Instruction*, ou *IpC (Instrução por Colegas, em tradução livre)*, bem como o uso de ferramentas educacionais interessantes como o *Socrative*, que podem potencializar as experiências dentro da sala de aula.

Esperamos contribuir de forma muito positiva e bem inovadora para que sua sala de aula seja ainda mais interessante e que desperte cada dia mais o desejo de seus alunos pela Física.

Dúvidas, sugestões e críticas, serão muito bem-vindas.

profmarlonvfqueiroz@gmail.com

Prof. Marlon V R F Queiroz

SUMÁRIO

I – O PEER INSTRUCTION (PI)	04
II – O SOCRATIVE	07
III – TRABALHO, ENERGIA E POTÊNCIA	15
A) Aula 1 – Energia e Potência	15
B) Aula 2 – Trabalho na Mecânica	22
C) Aula 3 – Conservação da Energia Mecânica	28
IV – COLETA E ANÁLISE DE DADOS	35
V – REFERÊNCIAS	36

I – O PEER INSTRUCTION (PI)

A proposta de intervenção didática que usaremos aqui é o *Peer Instruction* (PI), em tradução livre, Instrução pelos Colegas (IpC) e foi desenvolvida na década de 90 pelo prof. Dr. Eric Mazur, do Departamento de Física da Universidade de Harvard. O método tem sido aplicado não somente à física, mas a muitos cursos em diversas instituições de ensino do mundo todo. Numa visão geral, o IpC busca promover a aprendizagem do aluno com foco nas discussões em sala de aula entre alunos e aluno e professor, de forma a evitar longas aulas expositivas, e valorizar o tempo em sala com a discussão de conceitos e ideias. Trata-se de retirar o aluno do estado passivo e colocá-lo de forma bem ativa no seu processo de aprendizagem (ARAÚJO; MAZUR, 2013).

Numa descrição mais detalhada, Araújo e Mazur (2013, p.367) esclarecem o PI como sendo:

[...] um método de ensino baseado no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si. Sua meta principal é promover a aprendizagem dos conceitos fundamentais dos conteúdos em estudo, através da interação entre os estudantes. Em vez de usar o tempo em classe para transmitir em detalhe as informações presentes nos livros-texto, nesse método, as aulas são divididas em pequenas séries de apresentações orais por parte do professor, focadas nos conceitos principais a serem trabalhados, seguidas pela apresentação de questões conceituais para os alunos responderem primeiro individualmente e então discutirem com os colegas (Ibid., 2013).

Mas afinal, como funciona na prática o PI?

O método se desenvolve em etapas muito bem definidas e revelam que apesar de simples, os resultados obtidos são, na maioria das vezes, muito animadores.

Para que seja possível entender melhor como funciona essa estratégia que o professor poderá adotar em sua sala de aula, preparamos uma tabela com o passo a passo do método do prof. Mazur. Vamos conferir?

Tabela 1 – Etapas do Processo de aplicação do IpC

Etapas	Atitudes
Fase 1	O professor escolhe a temática a ser estudada e elabora e/ou seleciona um material prévio de estudo, que pode ser uma pequena vídeo-aula, um texto, um infográfico, entre outros meios. Esse

	material deve ser visto ou lido pelo aluno previamente à aula programada do assunto.
Fase 2	No dia da aula é feita uma breve explanação pelo professor acerca dos tópicos tratados no material prévio à aula. Esta explanação pode ser num formato clássico de aula expositiva ou não. O importante é o tempo, que não deve ultrapassar 10 a 15 min. A intenção nesta fase é reavivar conceitos da pré-aula e aguçar as dúvidas acerca do que os educandos já viram.
Fase 3	<p>Ao finalizar a sua explanação, o professor apresenta então o que Mazur chama de Teste Conceitual – uma questão, em geral de múltipla escolha, com alternativas cuidadosamente definidas para contemplar a mais variadas hipóteses que permeiam a cabeça dos alunos.</p> <p>Nesta etapa, os alunos têm em média 2 a 3 min, após a pergunta lançada, para responder à questão. No nosso caso, usaremos como ferramenta para coleta das respostas, um aplicativo online chamado <i>Socrative</i>, ao qual descrevemos no próximo capítulo, por meio de um tutorial, como pode ser utilizado.</p>
Fase 4	<p>Depois de esgotado o tempo de resposta, o aplicativo gera ao professor um relatório com o percentual de acerto da questão. A partir desse valor, o professor irá tomar uma das decisões a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caso o índice de acerto seja superior a 70%, o professor apenas confirma a resposta correta com breve explicação e passa ao próximo momento da aula (que pode ser outra questão ou tópico de aula); - Caso as respostas gerem valor inferior a 30%, o professor retoma a discussão do tópico abordado no quadro com uma explanação mais detalhada e,

	<p>após esse momento, sem fornecer qual era a resposta correta da questão anterior, repassa novamente a pergunta aos alunos para que possam novamente decidir as suas respostas;</p> <p>- Caso o índice de acerto esteja entre 30% e 70%, entra em ação a principal estratégia do IpC. O professor convida os alunos a discutirem suas respostas com outro colega da classe, tentando fazer com que, através das suas ideias, um aluno consiga convencer o outro da resposta correta. Dado o tempo de uns 5 a 7 min dessa conversa entre eles, o professor irá refazer a votação de respostas. O esperado é que o resultado seja melhor que a votação anterior.</p>
Fase 5	Após a fase 4 concluída, é feita uma breve explanação acerca do gabarito da questão e o próximo tópico ou questão é abordada.

Fonte: o autor (2017).

Depois de entender melhor como o método funciona, também é importante o professor perceber que nesse caminho, o docente deixa de ser o centro de tudo e possibilita ao aluno exercer a função de centro da aula. O papel do professor se torna um mediador e numa perspectiva bem prática, enxergamos que temos, como professores, muito a aprender também com nossos alunos. A linguagem usada entre eles, para tentar convencer o colega, acerca da resposta de cada questão, é única muito produtiva.

Nas grandes aplicações do método pelo mundo, muitos educadores concordaram que a estratégia trouxe uma nova perspectiva ao ensino e que os alunos passaram a enxergar os conteúdos das diversas disciplinas numa visão mais contextualizada. Outro excelente aspecto observado foram as interações sociais entre os colegas de classe que melhoraram de forma significativa, gerando inclusive mais autoconfiança entre os alunos, uma vez que passaram a interagir mais com seus colegas de classe durante suas explicações de respostas.

No produto aqui apresentado, a estratégia do IpC já se revelou extremamente satisfatória e por esse motivo cremos que poderá auxiliar muitos educadores a também desfrutar dessa nova perspectiva em sala de aula.

II – O SOCRATIVE

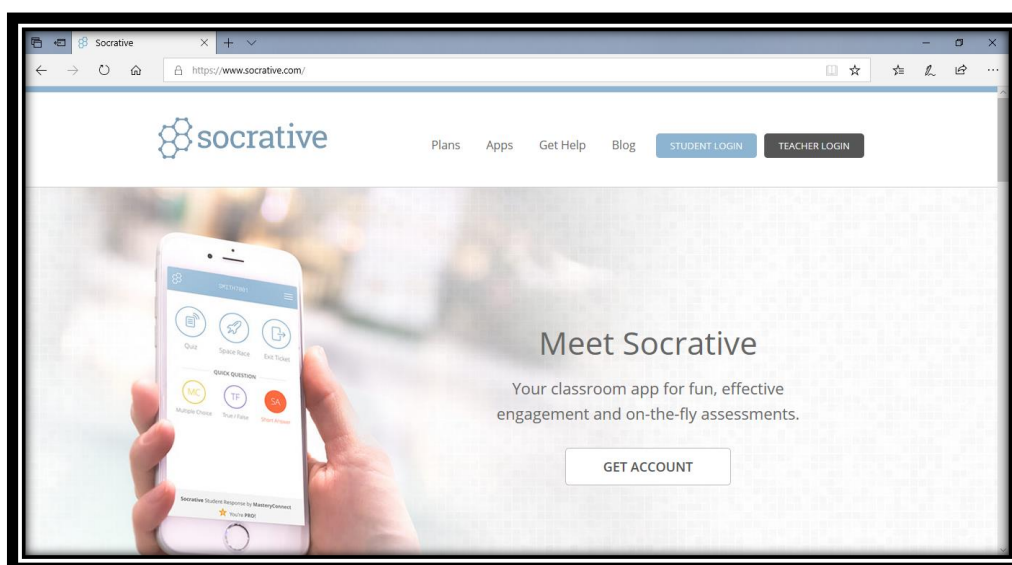
Para a coleta e análise de dados nesse processo de uso do IpC, diversos métodos podem ser utilizados, como os *flashcards* (cartões de resposta), formulários on-line como oferecidos por exemplo pela Google, e uso de aplicativos como é o caso do *Clickers*, e o *Socrative*.

No material aqui oferecido, optou-se pelo uso do aplicativo *Socrative*, que dá ao professor e ao aluno um excelente feedback das respostas e oferece ao educador alguns benefícios como relatórios das respostas da turma e individual do aluno, comparativo gráfico aluno X turma, entre outros itens. O software pode ser acessado tanto pelo site através de um microcomputador conectado a internet, como também pelos sistemas Android e IOS dos principais smartphones e tablets.

O *Socrative* oferece uma interface amigável, de fácil acesso com a versão professor gratuita (garantindo apenas a criação de uma sala virtual e limitada a 50 alunos por vez) ou a versão paga – oferecendo até 10 salas de aula virtual com a possibilidade de até 150 alunos por sala virtual. Já a versão estudante é totalmente gratuita para que o aluno o utilize nas suas respostas aos questionários feitos pelo professor.

Para entender melhor como funciona, o professor deve acessar primeiramente o site do aplicativo (www.socrative.com), e logo depois clicar na guia *Teacher Login*, e efetuar seu cadastro.

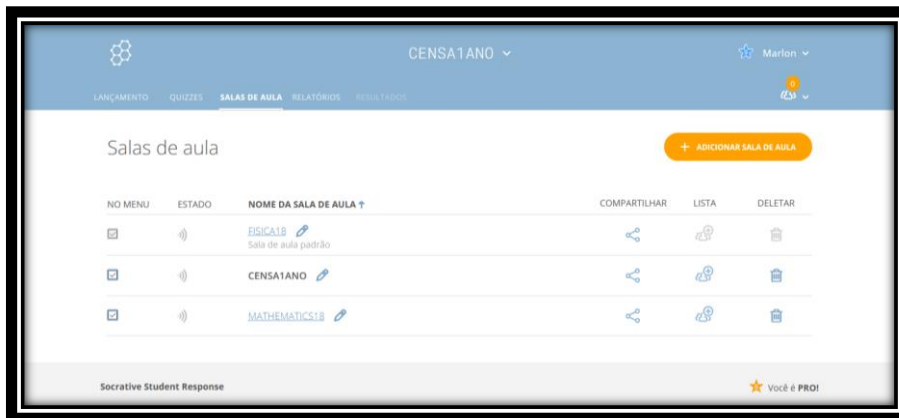
Figura 1 – Captura de tela inicial do Socrative



Fonte: o autor (2017).

Após o cadastro concluído, chegou a hora de criar um nome para sua sala de aula e se preparar para inserir uma atividade nela. Já existirá uma sala de aula padrão na versão gratuita, portanto, basta clicar no ícone junto ao nome da sala padrão para que esta seja renomeada para o nome desejado pelo colega professor.

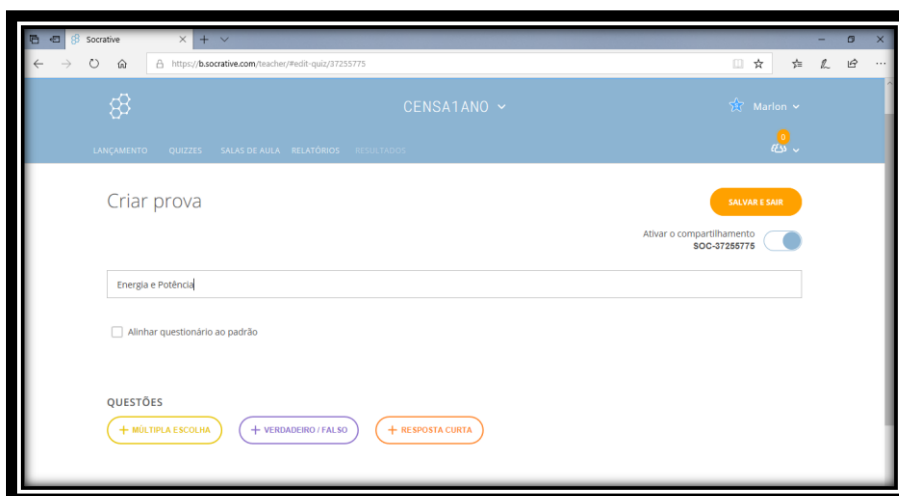
Figura 2 – Captura de tela das salas de aula do Socrative



Fonte: o autor (2017).

A próxima etapa será inserção de uma atividade criada pelo professor, e nessa fase é possível transcrever a questão toda para o aplicativo ou apenas colocar a numeração da questão em forma de *quiz* com as alternativas e assinalar ao sistema a opção correta. Desta segunda forma, a questão pode ser apresentada ao aluno no próprio quadro da sala de aula ou através de um projetor na tela, ou até mesmo de forma impressa se o professor desejar. Isto será feito clicando na guia *Quizzes* e logo a seguir no item *Adicionar Quiz*. Abaixo vemos como pode ser feito.

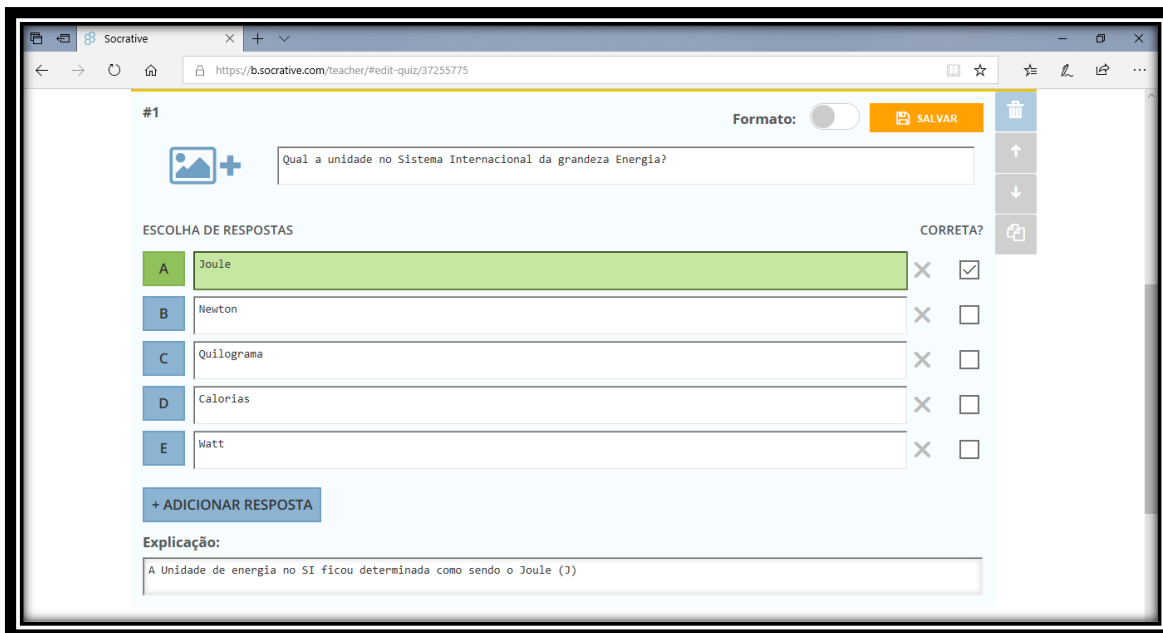
Figura 3 – Captura de tela da criação de lista de questões do Socrative



Fonte: o autor (2017).

Pela tela apresentada acima, é possível definir o nome do questionário e também que tipo de questionário (múltipla escolha, verdadeiro/falso ou resposta curta). Após escolhido o tipo de questão, basta inserir as informações da mesma.

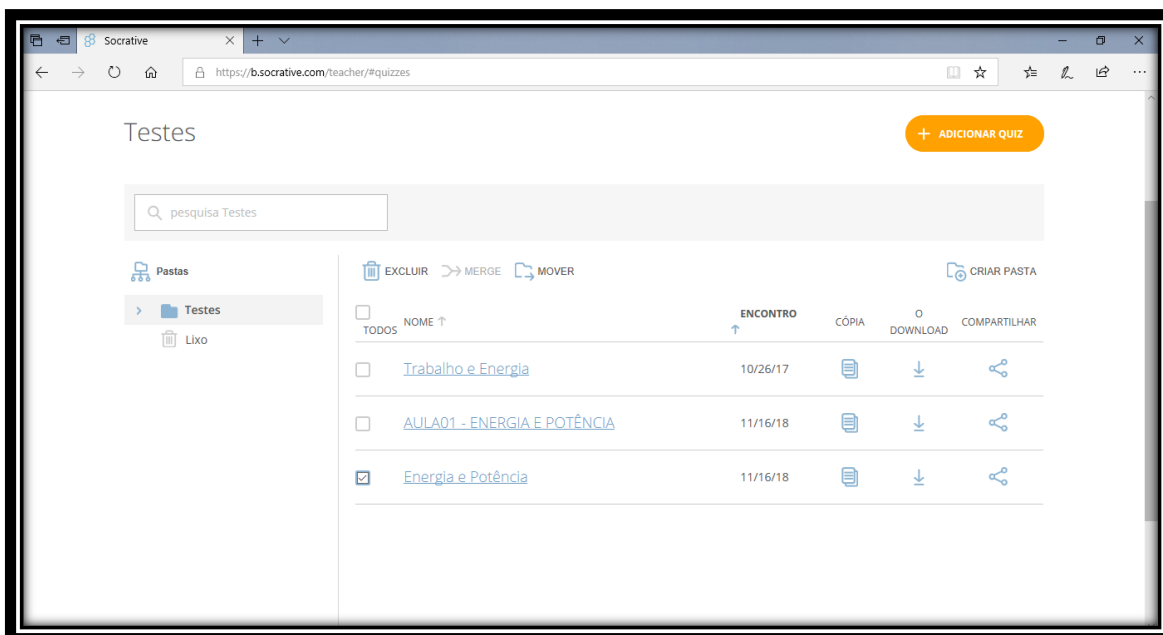
Figura 4 – Captura de tela do modelo de questão no Socrative



Fonte: o autor (2017).

Quando finalizada a elaboração de questões, basta clicar no botão Salvar e o *Quiz* estará listado na guia de testes pronto pra ser utilizado pelo professor.

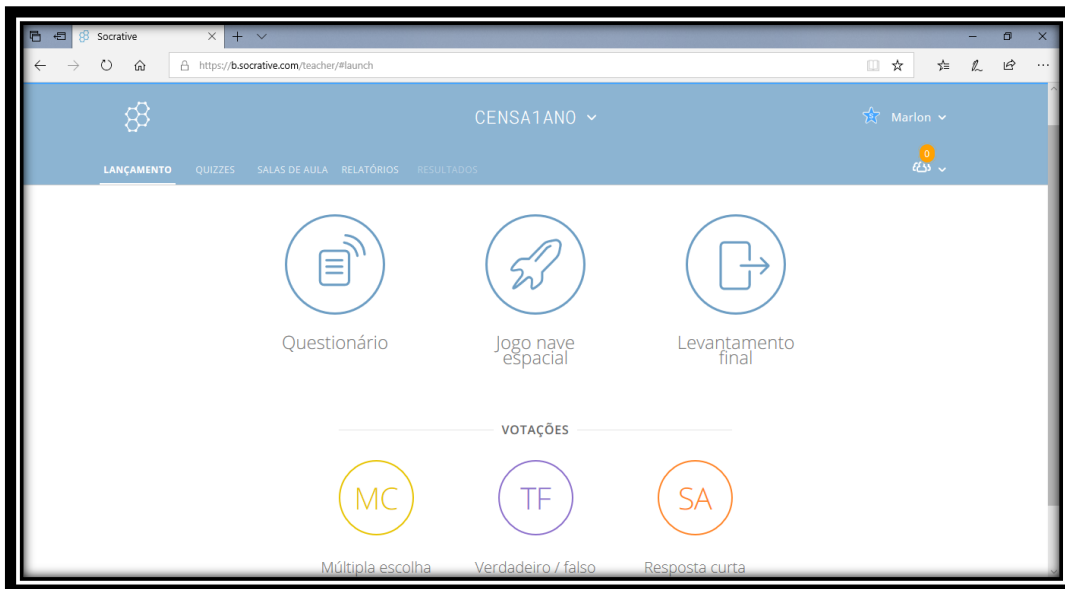
Figura 5 – Captura de tela das listas de testes elaborados e salvos no Socrative



Fonte: o autor (2017).

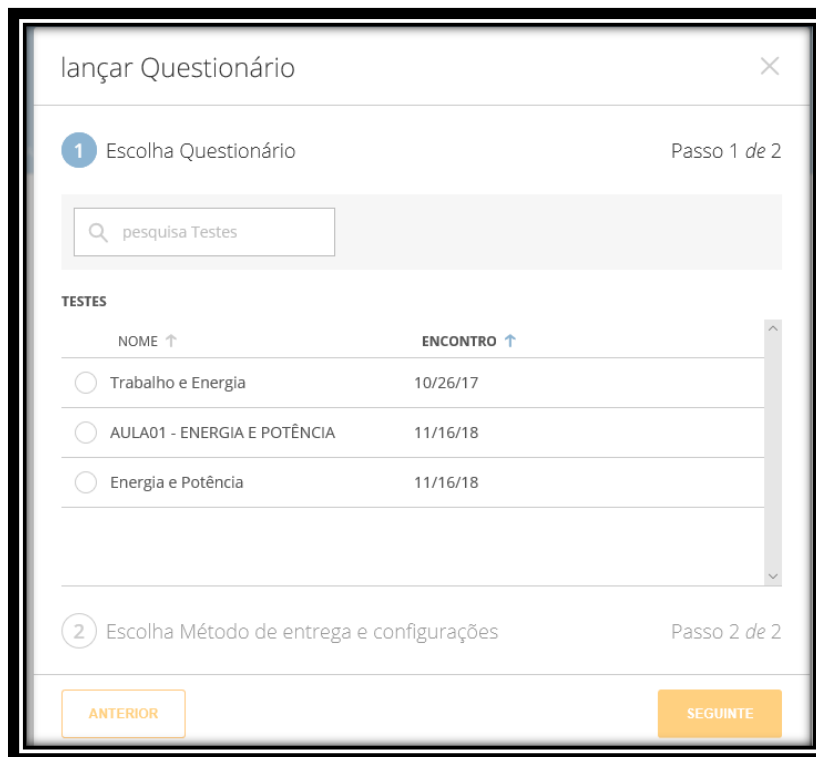
Quando chegar o momento de aplicar o teste em sala de aula, o educador deve acessar o seu login no site ou aplicativo no celular e clicar na guia *Lançamento* e logo depois em *Questionário* para que na janela que irá se abrir, possa ser feita a escolha de qual atividade será usada naquela aula.

Figura 6 – Captura de tela inicial de lançamento de questionário no Socrative



Fonte: o autor (2017).

Figura 7 – Captura de tela da janela de escolha da atividade no Socrative



Fonte: o autor (2017).

Na próxima janela, o usuário pode escolher o método de entrega das questões aos alunos, definindo se será uma navegação livre em que o aluno escolhe a ordem que prefere fazer as questões, podendo inclusive, voltar em questões se assim desejar antes de finalizar o teste completo.

Outra opção, recomendada no caso de uso do IpC é a modalidade de entrega *Ritmo do professor*, pois nessa situação, o educador define o ritmo de cada questão, e estas só serão entregues aos alunos a medida que o professor liberá-las no seu sistema. Ademais, pode se agregar opções diversas como nome, mostrar pontuação final e outras possibilidades.

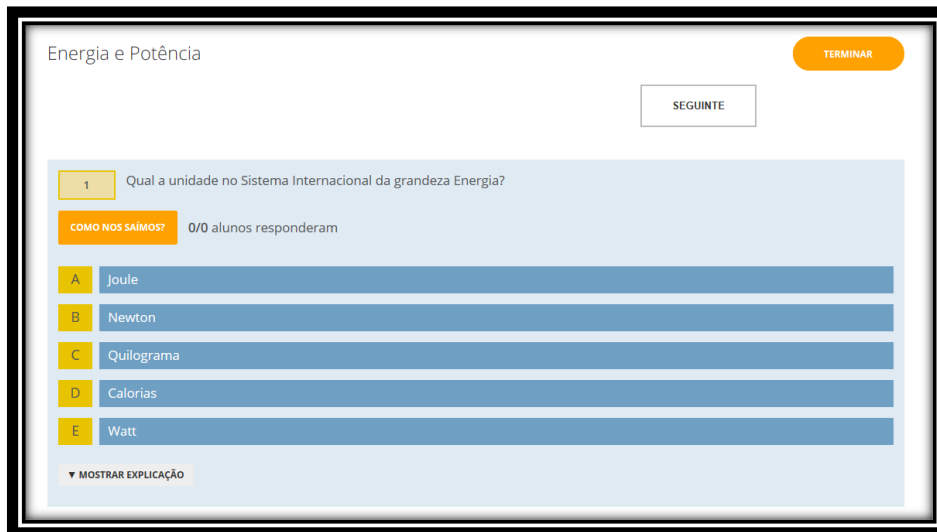
Figura 8 – Captura de tela da janela de escolha das opções de ordenação e ritmo da atividade no Socrative



Fonte: o autor (2017).

Ao determinar que a atividade vai começar, o professor já terá em sua tela a primeira questão liberada para que o aluno possa responder em seu aplicativo na versão *Student*.

Figura 9 – Captura de tela de exemplo de uma questão exibida no Socrative



Fonte: o autor (2017).

Agora que todas as etapas do lado do professor estão concluídas e compreendidas, basta orientar os alunos como fazer para acessarem a atividade.

No primeiro momento, é preciso definir a plataforma de uso em que será baixado o aplicativo (IOS ou Android) e então a versão *Socrative Student* estará pronta para uso. Ao abrir o aplicativo, o aluno verá a tela inicial onde deve inserir o nome da sala de aula criada previamente pelo professor.

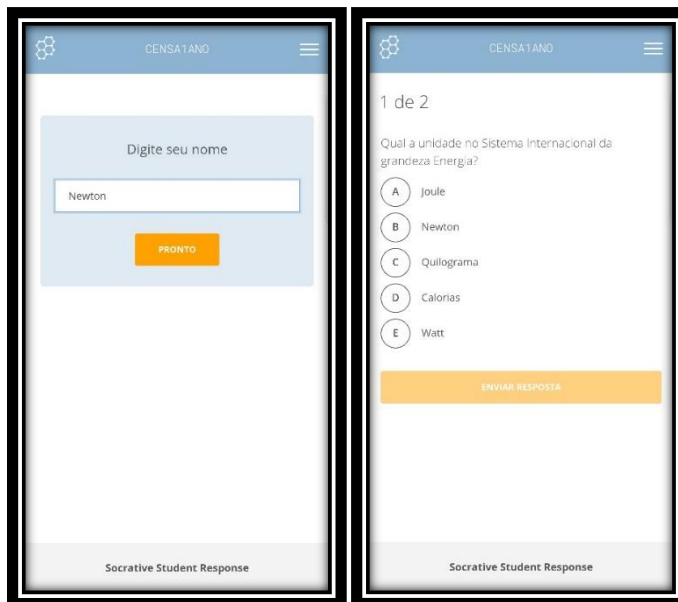
Figura 10 – Captura de tela inicial do Socrative Student



Fonte: o autor (2017).

Na etapa seguinte o estudante deverá fornecer seu nome e na tela seguinte a primeira questão da atividade já estará disponível.

Figura 11 – Captura de telas de identificação do aluno e primeira questão de exemplo no Socrative



Fonte: o autor (2017).

Tão logo a questão 1 da atividade seja respondida pelo estudante, uma tela de espera será observada, caso o professor tenha optado, como dito anteriormente, pela opção *Ritmo do professor*, e desta forma, só com a liberação da próxima questão, esta tela irá ser alterada no aplicativo.

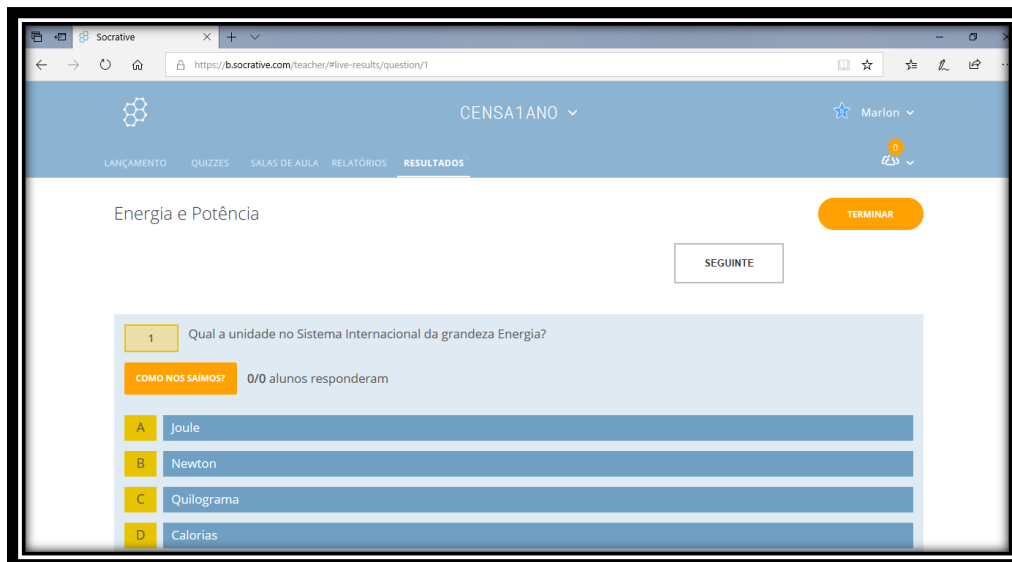
Figura 12 – Captura de tela de espera entre questões da atividade no Socrative Student



Fonte: o autor (2017).

Logo que toda a atividade for concluída, o professor já poderá clicar no botão *terminar* e assim encerrar o teste para que o relatório seja disponibilizado a ele.

Figura 13 – Captura de tela de encerramento de atividade com o botão Terminar no Socrative Teacher



Fonte: o autor (2017).

Figura 14 – Captura de tela de relatórios no Socrative Teacher



Fonte: o autor (2017).

Pronto, professor! Você já deve ter entendido como é fácil preparar atividades e coletar os dados das mesmas com o *Socrative Teacher* e agora já pode utilizá-lo sem quaisquer dificuldades.

III – TRABALHO, ENERGIA E POTÊNCIA

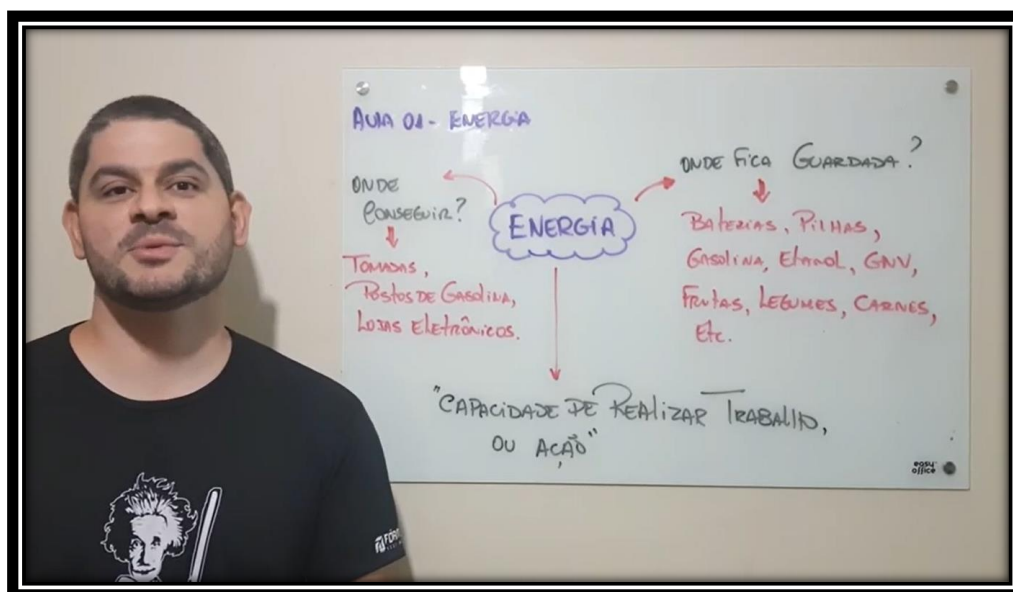
A) Aula 1 – Energia e Potência

▪ A pré-aula

Na primeira aula sobre os conceitos ligados a Energia, os alunos deverão assistir a três vídeos sobre as ideias básicas do assunto. Esses vídeos serão a atividade de pré-aula e estão disponibilizados no site *Youtube*, através dos links <https://youtu.be/F8txTQ9WVk0> (Aula 1.01 – Conceitos de Energia), <https://youtu.be/4R1JuVEOWi0> (Aula 1.02 – Energia Mecânica) e <https://youtu.be/URMJYdUORt4> (Aula 1.03 – Potência). Nesse primeiro momento, o objetivo é que, com as pequenas aulas on-line, o aluno consiga entender um pouco dos princípios básicos associados ao tópico de Energia e também que sejam criados alguns questionamentos para serem debatidos na aula.

Os *links* devem ser disponibilizados pelo professor alguns dias antes da aula, e deve-se insistir que todos assistam para que possam participar melhor da aula que virá. O professor também é livre para optar por outro vídeo que julgar interessante para essa pré-aula ou até, se preferir, produzir seu próprio vídeo. Importante ressaltar que os vídeos não devem ser extensos e/ou cansativos, nem tampouco se preocupar inicialmente com uma abordagem muito matematizada. O intuito é que o aluno comece a reconhecer o tema no seu cotidiano.

Figura 15 – Captura de tela da aula 1.01 – Conceito de Energia, no *Youtube*



Fonte: o autor (2017).

▪ **A aula - Energia e Potência**

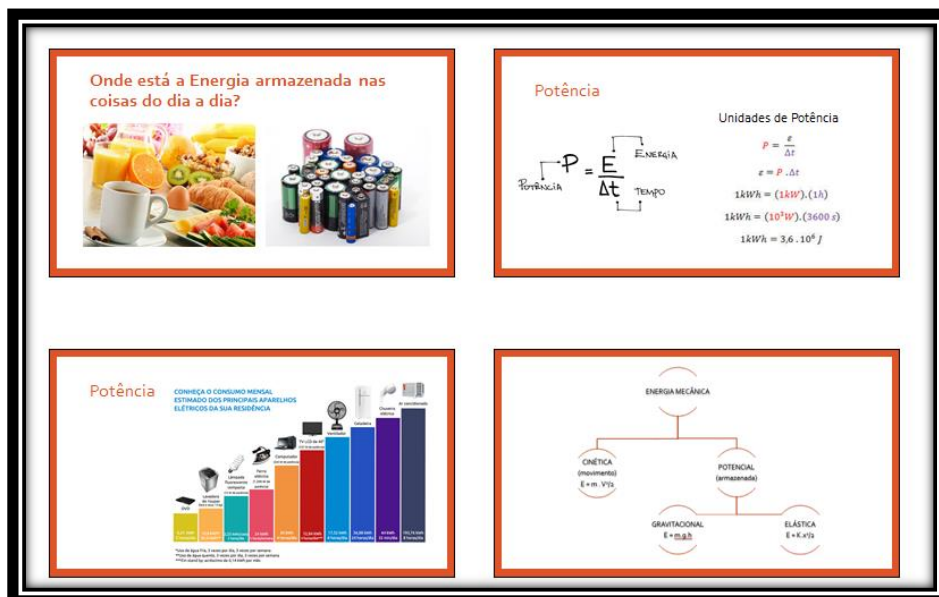
Na sala de aula, depois dos alunos já terem assistido ao vídeo de pré-aula em casa, está na hora do professor iniciar uma breve explanação sobre o assunto tratado no vídeo. Uma ideia que pode ajudar é que essa explicação seja feita em forma de slides, por exemplo. Abaixo segue um exemplo que já foi utilizado nesse produto aplicado.

Figura 16 – Slides 1 a 4 sobre Energia



Fonte: o autor (2017).

Figura 17 - Slides 5 a 8 sobre Energia e Potência (fonte: autor)



Fonte: o autor (2017).

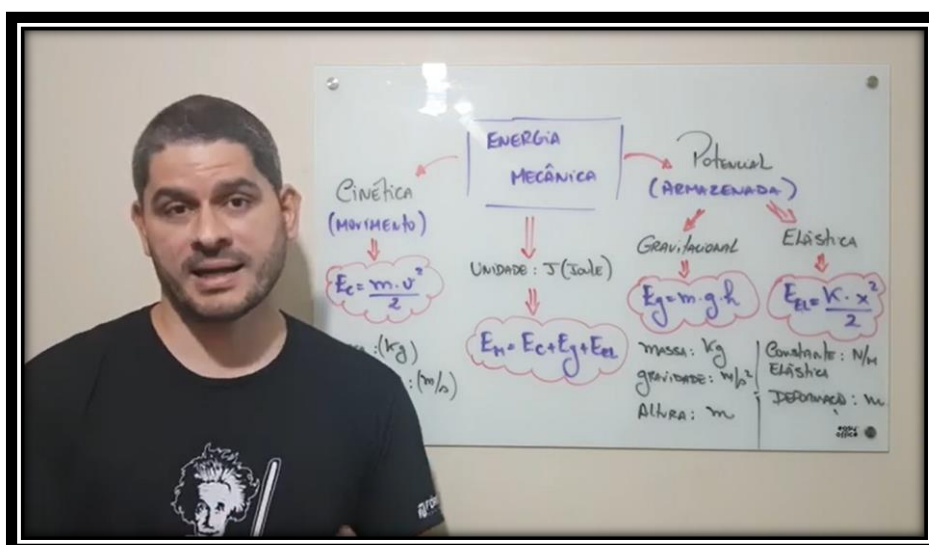
A ideia é que o docente discuta sobre os conceitos iniciais de Energia e Potência e explore o que os alunos compreenderam do vídeo e o que pensam acerca do tema. A medida que avança com cada slide o professor irá introduzindo os conceitos necessários e apresentando as divisões da Energia Mecânica bem como as expressões que ajudam a determinar seus valores como mostra o slide 8 apresentado na figura 17 acima.

Finalizada esta etapa de uns 15 min aproximadamente, o professor já pode iniciar o uso das questões conceituais sobre o tema abordado e para tal, instruir os alunos quanto ao uso do *Socratic Student*. Uma vez que todos estejam conectados, as questões podem ser apresentadas, como mencionado no tutorial do *Socratic*. Ao aplicar o IpC, o docente verifica a necessidade de esclarecer melhor algum tópico, bem como aplica a ideia das discussões aos pares no caso de respostas dentro da faixa de 30% a 70%, como mencionado no início desse material.

Dentro de um tempo de aula de 50 min em média, é provável que uns 30 min sejam disponibilizados à parte de respostas às questões, e dependendo de como foram as respostas iniciais e da necessidade de tempo nas discussões aos pares, é provável que o tempo seja suficiente para algo em torno de 4 a 5 questões por aula.

Neste material, as aulas 1.01 – Conceito de Energia, 1.02 – Energia Mecânica e 1.03 – Potência foram estipuladas para um período de 2 (duas) aulas de 50min cada. Sendo assim, separamos uma lista com 10 questões conceituais que podem ser tratadas nessas aulas. Esta lista será disponibilizada num banco de questões em um pen-drive que poderá ser utilizado pelo docente em suas aulas, desde que sem qualquer utilização para fins comerciais.

Figura 18 – Captura de tela da aula 1.02 – Energia Mecânica, no *Youtube*



Fonte: o autor (2017).

Lista 01 – Aula Energia e Potência

1. (Fmp 2017) No dia 15 de fevereiro de 2014, em Donetsk, na Ucrânia, o recorde mundial de salto com vara foi quebrado por Renaud Lavillenie com a marca de 6,16 m. Nesse tipo de salto, o atleta realiza uma corrida e utiliza uma vara para conseguir ultrapassar o “sarrafo” – termo utilizado para se referir à barra horizontal suspensa, que deve ser ultrapassada no salto.

Considerando que ele ultrapassou o sarrafo com uma velocidade horizontal da ordem de 1 cm/s, fruto das transformações de energia ocorridas durante a prova, tem-se que, após perder o contato com a vara, no ponto mais alto de sua trajetória, a energia mecânica associada ao atleta era

a) somente cinética b) somente potencial elástica c) somente potencial gravitacional
d) somente cinética e potencial gravitacional e) cinética, potencial elástica e gravitacional

2. (Pucrj 2017) Um sistema mecânico é utilizado para fazer uma força sobre uma mola, comprimindo-a. Se essa força dobrar, a energia armazenada na mola

a) cairá a um quarto. b) cairá à metade. c) permanecerá constante.
d) dobrará. e) **será quadruplicada.**

3. (Utfpr 2017) Estamos deixando de usar lâmpadas incandescentes devido ao grande consumo de energia que essas lâmpadas apresentam. Se uma lâmpada de 60 W ficar ligada durante 10 minutos, produzirá um consumo de energia, em joules, igual a:

a) 60000 b) 6000 c) **36000** d) 90000 e) 120000

4. (Utfpr 2017) Um tipo de bate-estaca usado em construções consiste de um guindaste que eleva um objeto pesado até uma determinada altura e depois o deixa cair praticamente em queda livre. Sobre essa situação, considere as seguintes afirmações:

- I. na medida em que o objeto cai, aumenta sua energia cinética.
- II. na medida em que o objeto cai, aumenta sua energia potencial.
- III. na queda, ocorre um aumento de energia mecânica do objeto.
- IV. na queda, ocorre a conservação da energia potencial.

Está correto apenas o que se afirma em:

a) **I.** b) II. c) III. d) I e III. e) I, III e IV.

5. (Enem PPL 2016) A utilização de placas de aquecimento solar como alternativa ao uso de energia elétrica representa um importante mecanismo de economia de recursos naturais. Um sistema de aquecimento solar com capacidade de geração de energia de 1,0 MJ/dia por metro quadrado de placa foi instalado para aquecer a água de um chuveiro elétrico de potência de 2 kW, utilizado durante meia hora por dia. A área mínima da placa solar deve ser de

a) 1,0 m² b) 1,8 m² c) 2,0 m² **d) 3,6 m²** e) 6,0 m²

6. (Eear 2016) Um garoto com um estilingue tenta acertar um alvo a alguns metros de distância.

1. Primeiramente ele segura o estilingue com a pedra a ser arremessada, esticando o elástico propulsor.
2. Em seguida ele solta o elástico com a pedra.
3. A pedra voa, subindo a grande altura.
4. Na queda a pedra acerta o alvo com grande violência.

Assinale os trechos do texto correspondentes às análises físicas das energias, colocando a numeração correspondente.

- () Conversão da energia potencial elástica em energia cinética.
- () Energia cinética se convertendo em energia potencial gravitacional.
- () Energia potencial gravitacional se convertendo em energia cinética.
- () Usando a força para estabelecer a energia potencial elástica.

A sequência que preenche corretamente os parênteses é:

- a) 1 – 2 – 3 – 4 **b) 2 – 3 – 4 – 1** c) 3 – 4 – 1 – 2 d) 4 – 1 – 2 – 3

7. (Unisc 2016) Um corpo de massa m_1 e animado de uma velocidade v_1 possui uma energia cinética $E_{C1} = \frac{1}{2} m v_1^2$. Se a massa inicial for quadruplicada enquanto que a velocidade inicial for reduzida pela metade, a nova energia cinética E_{C2} , em relação à primeira, vale

a) o dobro. b) o triplo. c) a metade. **d) a mesma.** e) o quádruplo.

8. (Ufpr 2016) Com relação aos conceitos relativos à energia, identifique as afirmativas a seguir como verdadeiras (V) ou falsas (F):

- () Se um automóvel tem a sua velocidade dobrada, a sua energia cinética também dobra de

valor.

() A energia potencial gravitacional de um objeto pode ser positiva, negativa ou zero, dependendo do nível tomado como referência.

() A soma das energias cinética e potencial de um sistema mecânico oscilatório é sempre constante.

() A energia cinética de uma partícula pode ser negativa se a velocidade tiver sinal negativo.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta, de cima para baixo.

- a) $V - V - F - V$. b) $F - F - V - F$. c) $F - V - F - V$.
d) $V - F - V - V$. e) $F - V - F - F$.

9. (Pucrj 2015) Um elevador de 500 kg deve subir uma carga de 2,5 toneladas a uma altura de 20 metros, em um tempo inferior a 25 segundos. Qual deve ser a potência média mínima do motor do elevador, em watts? Considere: $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 600×10^3 b) 16×10^3 c) 24×10^3 d) $37,5 \times 10^3$ e) $1,5 \times 10^3$

10. (Ifsc 2015) Um livro de Física foi elevado do chão e colocado sobre uma mesa. É CORRETO afirmar que a energia utilizada para conseguir tal fato:

- a) Transforma-se em calor durante a subida.
b) Fica armazenada no livro sob a forma de energia potencial gravitacional.
c) Transforma-se em energia cinética.
d) Fica armazenada no corpo sob a forma de energia química.
e) A energia se perdeu para o meio.

11. (Uece 2015) Duas massas iguais são presas entre si por uma mola ideal que obedece à lei de Hooke. Considere duas situações: (i) a mola é comprimida a 50% de seu tamanho original; e (ii) a mola é distendida de 50% de seu comprimento original. O termo tamanho original se refere à mola sem compressão nem distensão. Sobre a energia elástica armazenada na mola nas situações (i) e (ii), é correto afirmar que

- a) é a mesma nos dois casos.** b) é maior no caso (i).
c) é maior no caso (ii). d) é nula em um dos casos.

12. (G1 - cftmg 2015) As afirmativas a seguir referem-se à energia mecânica de um corpo em movimento e a seu princípio de conservação. Assinale (V) para as afirmativas verdadeiras ou (F), para as falsas.

I. Para um corpo de massa m , quanto maior sua velocidade, maior será sua energia cinética.

II. Para um valor fixo de energia cinética, quanto maior a massa do corpo, menor será sua velocidade.

III. Para um corpo de massa m lançado verticalmente a uma altura h , quanto maior a altura atingida, maior será sua energia mecânica.

A sequência correta encontrada é

a) V - F - V.

b) V - V - F.

c) V - F - F.

d) **V - V - V.**

13. (Ifsp 2012) Arlindo é um trabalhador dedicado. Passa grande parte do tempo de seu dia subindo e descendo escadas, pois trabalha fazendo manutenção em edifícios, muitas vezes no alto.



Considere que, ao realizar um de seus serviços, ele tenha subido uma escada com velocidade escalar constante. Nesse movimento, pode-se afirmar que, em relação ao nível horizontal do solo, o centro de massa do corpo de Arlindo

a) perdeu energia cinética.

b) ganhou energia cinética.

c) perdeu energia potencial gravitacional.

d) **ganhou energia potencial gravitacional.**

e) perdeu energia mecânica.

14. (Enem 2012) Um automóvel, em movimento uniforme, anda por uma estrada plana, quando começa a descer uma ladeira, na qual o motorista faz com que o carro se mantenha sempre com velocidade escalar constante.

Durante a descida, o que ocorre com as energias potencial, cinética e mecânica do carro?

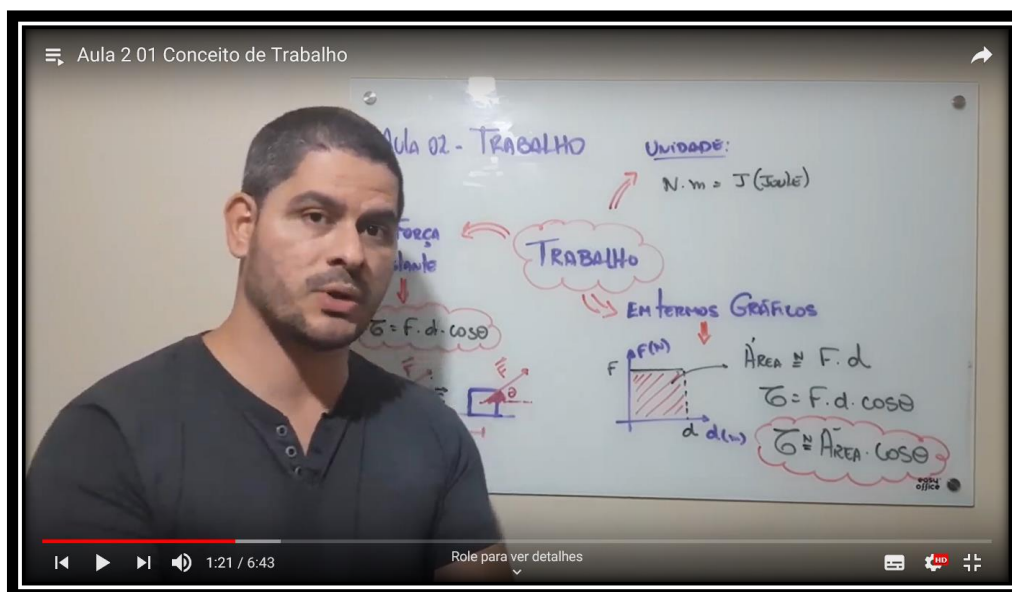
- a) A energia mecânica mantém-se constante, já que a velocidade escalar não varia e, portanto, a energia cinética é constante.
- b) A energia cinética aumenta, pois a energia potencial gravitacional diminui e quando uma se reduz, a outra cresce.
- c) A energia potencial gravitacional mantém-se constante, já que há apenas forças conservativas agindo sobre o carro.
- d) A energia mecânica diminui, pois a energia cinética se mantém constante, mas a energia potencial gravitacional diminui.***
- e) A energia cinética mantém-se constante, já que não há trabalho realizado sobre o carro.

B) Aula 2 – Trabalho na Mecânica

▪ **A pré-aula**

Nesse segundo momento de pré-aula o assunto a ser iniciado refere-se ao conceito de trabalho na mecânica e por consequência o trabalho da força peso e o teorema da energia cinética. Como gatilho para a aula, o professor deve disponibilizar mais dois vídeos no site *Youtube*, através do links <https://youtu.be/BLYap0sH71w> (Aula 2.01 - Conceito de Trabalho) e <https://youtu.be/x1GziYZXXWw> (Aula 2.02 - Teorema da Energia Cinética e Trabalho do Peso). Por meio destes, o aluno tem a oportunidade de entender um pouco do conceito de trabalho no dia a dia e as principais formas de se calcular esse trabalho, bem como conhecer o trabalho do peso e o teorema da energia cinética. O que se espera é que, como mencionado na primeira pré-aula, surjam questionamentos e ideias acerca do que foi visto nos vídeos.

Figura 19 – Captura de tela da aula 2.01 – Conceito de Trabalho, no Youtube



Fonte: o autor (2017).

Os recursos de vídeos dessa segunda pré-aula também podem ser substituídos por pequenos textos ou infográficos, sempre com aplicações correlacionadas aos conceitos a serem apresentados pelo professor na aula.

▪ A aula – Conceito de Trabalho, Teorema da Energia Cinética e Trabalho do Peso

Chegado o momento da aula 2, os alunos já tiveram contato com o conteúdo da pré-aula e, por isso, o professor deve fazer uma pequena explanação sobre o tema e, se possível, de uma forma leve, usando uma abordagem interessante aos olhos dos educandos. Um bom exemplo, seria trabalhar com imagens e/ou pequenas cenas de filmes, por exemplo, mostrando situações que corroborem com o que foi apresentado nos vídeos de pré-aula.

Findado o período de apresentação do tema da aula e suas discussões pertinentes, temos então o momento de uma nova lista de questões conceituais a ser apresentada e, com o uso já mencionado anteriormente, do *Socrative*. Os alunos serão instruídos a efetuar seus *logins* no aplicativo e a partir daí as questões serão discutidas seguindo os mesmos critérios apresentados nesse material na aula 01.

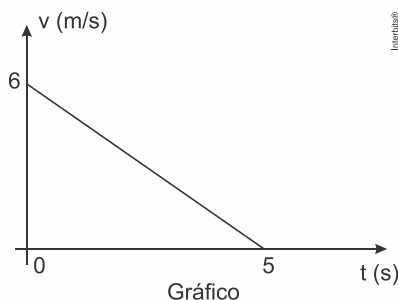
A aula de Trabalho, Teorema da Energia Cinética e Trabalho do Peso foi construída tendo em mente o uso de duas aulas de 50 min cada, e provavelmente algo entre 5 e 6 questões

podem ser resolvidas nesse tempo, salvo a necessidade maior ou menor das discussões aos pares dependendo das respostas iniciais aos questionamentos.

Abaixo segue a lista de questões preparada e aplicada nesse material, e disponível para uso do professor em suas aulas, desde que sem qualquer utilização para fins comerciais.

Lista 02 – Trabalho, Teorema da Energia Cinética e Trabalho do Peso

1. (Espcex 2018) Um bloco de massa igual a 1,5 kg é lançado sobre uma superfície horizontal plana com atrito com uma velocidade inicial de 6 m/s em $t_1 = 0$ s. Ele percorre uma certa distância, numa trajetória retilínea, até parar completamente em $t_2 = 5$ s, conforme o gráfico abaixo.



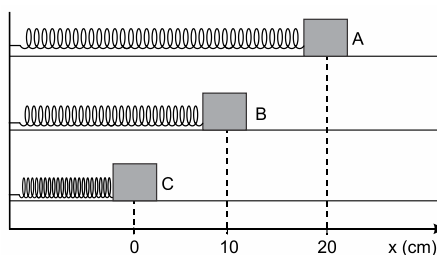
O valor absoluto do trabalho realizado pela força de atrito sobre o bloco é

- a) 4,5 J b) 9,0 J c) 15,0 J **d) 27,0 J** e) 30,0 J

2. (Uece 2018) Um livro de 500 g é posto para deslizar sobre uma mesa horizontal com atrito constante (coeficiente $\mu = 0,1$). O trabalho realizado sobre o livro pela força normal à mesa é, em J,

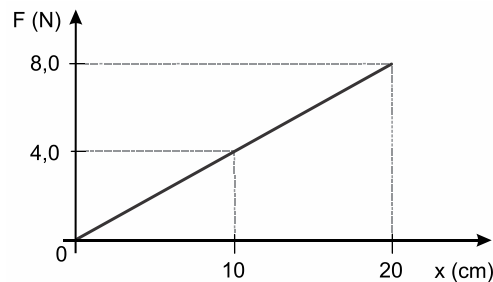
- a) 50 **b) 0** c) 500 d) 0,5

3. (Famerp 2018) A figura mostra o deslocamento horizontal de um bloco preso a uma mola, a partir da posição A e até atingir a posição C.



(www.mundoeducacao.bol.uol.br. Adaptado.)

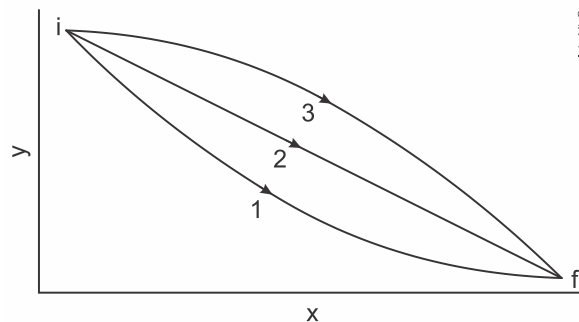
O gráfico representa o módulo da força que a mola exerce sobre o bloco em função da posição deste.



O trabalho realizado pela força elástica aplicada pela mola sobre o bloco, quando este se desloca da posição A até a posição B, é

- a) **0,6 J** b) -0,6 J c) -0,3 J d) 0,8 J e) 0,3 J

4. (Ufrgs 2018) A figura mostra três trajetórias, 1, 2 e 3, através das quais um corpo de massa m , no campo gravitacional terrestre, é levado da posição inicial i para a posição final f , mais abaixo.



Sejam W_1, W_2 e W_3 , respectivamente, os trabalhos realizados pela força gravitacional nas trajetórias mostradas. Assinale a alternativa que correlaciona corretamente os trabalhos realizados.

- a) $W_1 < W_2 < W_3$ b) $W_1 < W_2 = W_3$ c) $W_1 = W_2 = W_3$
d) $W_1 = W_2 > W_3$ e) $W_1 > W_2 > W_3$

5. (Ufjf-pism 1 2018) Para subir pedalando uma ladeira íngreme, um ciclista ajusta as marchas de sua bicicleta de modo a exercer a menor força possível nos pedais. Assim ele consegue pedalar com muito menos esforço, porém ele é obrigado a dar muitas voltas no pedal para um pequeno deslocamento e demora mais tempo para chegar ao topo.

Com o procedimento de trocar de marchas, podemos afirmar que o ciclista:

a) aumenta o trabalho realizado pela força gravitacional.

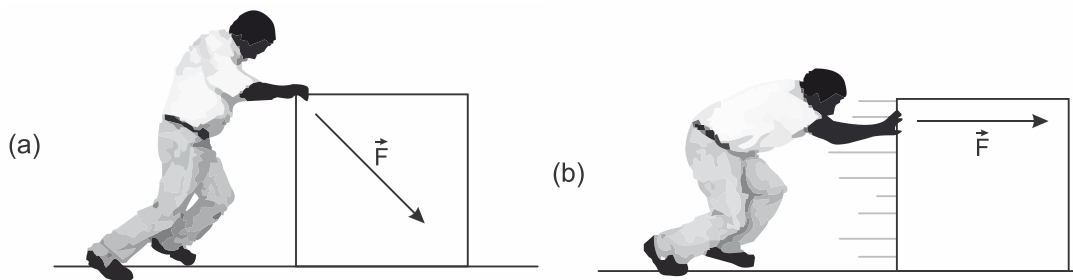
b) diminui a potência aplicada aos pedais.

c) diminui a sua energia potencial.

d) aumenta a sua energia cinética.

e) aumenta seu momento linear.

6. (Uemg 2017) Uma pessoa arrasta uma caixa sobre uma superfície sem atrito de duas maneiras distintas, conforme mostram as figuras (a) e (b). Nas duas situações, o módulo da força exercida pela pessoa é igual e se mantém constante ao longo de um mesmo deslocamento.



Considerando a força \mathbf{F} é correto afirmar que

a) o trabalho realizado em (a) é igual ao trabalho realizado em (b).

b) o trabalho realizado em (a) é maior do que o trabalho realizado em (b).

c) o trabalho realizado em (a) é menor do que o trabalho realizado em (b).

d) não se pode comparar os trabalhos, porque não se conhece o valor da força.

7. (Uece 2017) Um bloco de madeira desliza com atrito sobre uma mesa horizontal pela ação de uma força constante. É correto afirmar que o trabalho realizado sobre o bloco pela força

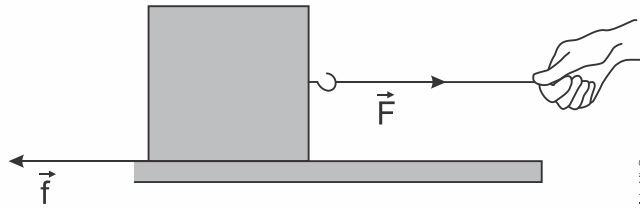
a) de atrito é sempre positivo.

b) normal é zero.

c) de atrito é zero em uma trajetória fechada.

d) normal é negativo.

8. (G1 - ifsc 2016) Em uma atividade experimental de física, foi proposto aos alunos que determinassem o coeficiente de atrito dinâmico ou cinético e que também fizessem uma análise das grandezas envolvidas nessa atividade. Tal atividade consistia em puxar um bloco de madeira sobre uma superfície horizontal e plana com uma força \mathbf{F} com velocidade constante.



Sobre esta situação, é **CORRETO** afirmar que

- a) o trabalho realizado pela força F é nulo.
- b) o trabalho total realizado sobre o bloco é negativo.
- c) o trabalho realizado pela força de atrito f é nulo.
- d) o trabalho realizado pela força de atrito f é negativo.**
- e) o trabalho realizado pela força F é igual à variação da energia cinética do bloco.

9. (Pucrj 2016) Um homem tem que levantar uma caixa de 20 kg por uma altura de 1,0 m. Ele tem duas opções: (1) levantar a caixa com seus braços, fazendo uma força vertical; (2) usar uma rampa inclinada a 30° , de atrito desprezível com a superfície da caixa e empurrar a caixa com seus braços fazendo uma força paralela à rampa.

Supondo que, em ambos casos, a caixa é levantada com velocidade constante, considere as seguintes afirmações:

- I. O trabalho realizado pelo homem é menor na opção (2).
- II. A força exercida pelo homem é a mesma para as duas opções.
- III. Na opção (2), a força normal entre a caixa e a rampa realiza um trabalho positivo.

Marque a alternativa correta:

- a) São verdadeiras as afirmações I e II.
- b) São verdadeiras as afirmações I e III.
- c) Nenhuma das afirmações é verdadeira.**
- d) Todas as afirmações são verdadeiras.
- e) São verdadeiras as afirmações II e III.

10. (Uepb 2014) Ao chegar a um shopping, três amigos (A, B e C), de mesma massa M , têm diante de si três opções para subir do primeiro para o segundo piso: de elevador, de escada

rolante, ou de escada convencional, já que eles estão no mesmo nível. Cada um deles escolhe uma opção diferente, para verificar quem chega primeiro. Com relação ao trabalho (T) realizado pela força-peso de cada amigo, é correto afirmar:

- a) $T_C > T_B > T_A$ **b) $T_B = T_C = T_A$** c) $T_C = T_B > T_A$ d) $T_C > T_B = T_A$ e) $T_C < T_B > T_A$

11. (Pucrj 2008) Durante a aula de educação física, ao realizar um exercício, um aluno levanta verticalmente um peso com sua mão, mantendo, durante o movimento, a velocidade constante. Pode-se afirmar que o trabalho realizado pelo aluno é:

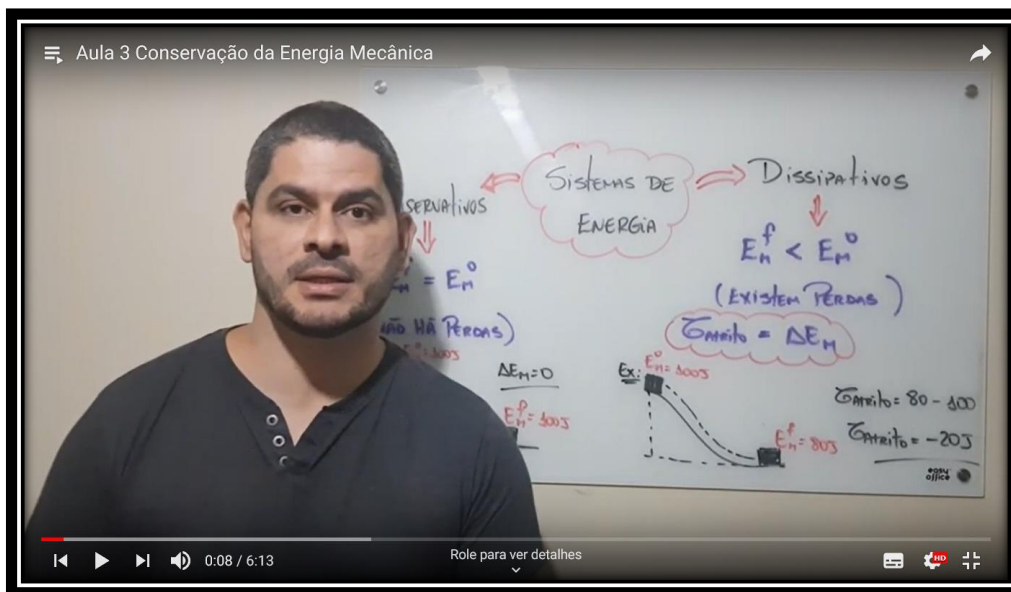
- a) positivo, pois a força exercida pelo aluno atua na mesma direção e sentido oposto ao do movimento do peso.
b) positivo, pois a força exercida pelo aluno atua na mesma direção e sentido do movimento do peso.
c) zero, uma vez que o movimento tem velocidade constante.
d) negativo, pois a força exercida pelo aluno atua na mesma direção e sentido oposto ao do movimento do peso.
e) negativo, pois a força exercida pelo aluno atua na mesma direção e sentido do movimento do peso.

C) Aula 3 – Conservação da Energia Mecânica

▪ A pré-aula

Finalmente chegamos à última pré-aula do nosso tema discutido no material. O professor já pode então liberar aos alunos o link do nosso terceiro vídeo no Youtube - <https://youtu.be/xMv3IMjZyNY> (Aula 3 - Conservação da Energia Mecânica). Convém aqui ressaltarmos a importância desse tópico para o conteúdo, portanto é crucial que o aluno seja incentivado a não apenas assistir ao vídeo como também a relatar de forma sucinta as ideias que lhe ocorreram enquanto ou após assistir ao vídeo. Essas ideias serão trazidas para a aula e ajudarão a iniciar as discussões acerca da conservação da energia mecânica.

Figura 20 – Captura de tela da aula 3 – Conservação da Energia Mecânica, no Youtube



Fonte: o autor (2017).

▪ A aula – Conservação da Energia Mecânica e a dissipação de Energia

Uma vez que nosso aluno já fez a sua tarefa do pré-aula, o professor já pode iniciar a aula propondo que os alunos mencionem quais as ideias que eles compreenderam no vídeo e então aproveitar para uma breve explanação acerca do que foi tratado na pré-aula com objetivo de aprofundar mais acerca do assunto. É com certeza um ótimo momento para que sejam dadas mais situações de exemplo e pedir que eles também comentem se conhecem algum exemplo relevante ao assunto da aula. Nesse momento, a ideia dos parques de diversão sempre surge na conversa e muitos princípios da Física são facilmente encontrados nos brinquedos.

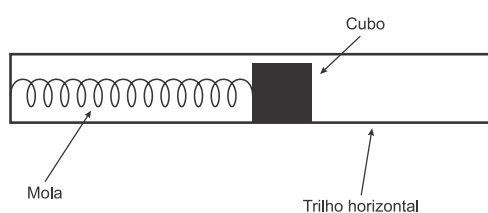
Percebendo como suficiente o tempo de discussão, é chegada a hora de mais uma lista de questões conceituais e o uso do *Socratic* novamente é requisitado aos alunos. Efetuados os acessos ao aplicativo, as questões já podem ser iniciadas e aplica-se o IpC, agora já de costume do professor.

De igual modo, ao ocorrido nas aulas anteriores, o tempo estipulado para a Aula 03 – Conservação da Energia Mecânica – estruturou-se no uso de duas aulas de 50 min cada, mas nesse caso, se desejável pelo educador, para maior aproveitamento, pode-se aplicar uma terceira aula de 50 min com mais questões conceituais com tópicos pertinentes aos três encontros realizados anteriormente.

Aqui temos fornecida uma nova lista de questões conceituais que pode ser utilizada pelo professor em sala de aula.

Lista 03 – Conservação da Energia Mecânica

1. (Enem 2018) Um projetista deseja construir um brinquedo que lance um pequeno cubo ao longo de um trilho horizontal, e o dispositivo precisa oferecer a opção de mudar a velocidade de lançamento. Para isso, ele utiliza uma mola e um trilho onde o atrito pode ser desprezado, conforme a figura.



Para que a velocidade de lançamento do cubo seja aumentada quatro vezes, o projetista deve

- a) manter a mesma mola e aumentar duas vezes a sua deformação.
- b) manter a mesma mola e aumentar quatro vezes a sua deformação.**
- c) manter a mesma mola e aumentar dezesseis vezes a sua deformação.
- d) trocar a mola por outra de constante elástica duas vezes maior e manter a deformação.
- e) trocar a mola por outra de constante elástica quatro vezes maior e manter a deformação.

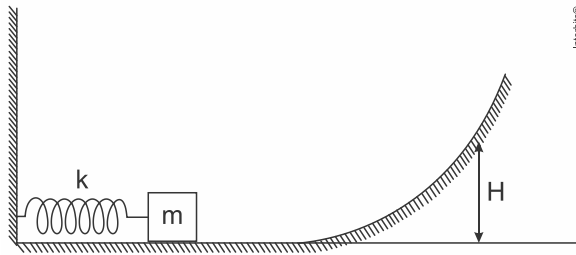
2. (Uece 2017) Um bloco desce uma rampa plana sob ação da gravidade e sem atrito. Durante a descida, a energia potencial gravitacional do bloco

- a) e a cinética aumentam.
- b) diminui e a cinética aumenta.**
- c) e a cinética diminuem.
- d) aumenta e a cinética diminui.

3. (Feevale 2017) Uma montanha russa de um parque de diversões tem altura máxima de 80 m. Supondo que a aceleração da gravidade local seja $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, determine a velocidade máxima que o carrinho dessa montanha poderia atingir, considerando apenas os efeitos gravitacionais em m s^{-1} .

- a) 20
- b) 30
- c) 40**
- d) 50
- e) 10

4. (Uefs 2017)



A figura representa um sistema massa-mola ideal, cuja constante elástica é de 4 N/cm . Um corpo de massa igual a $1,2 \text{ kg}$ é empurrado contra a mola, comprimindo-a de $12,0 \text{ cm}$. Ao ser liberado, o corpo desliza ao longo da trajetória representada na figura. Desprezando-se as forças dissipativas em todo o percurso e considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , é correto afirmar que a altura máxima H atingida pelo corpo, em cm , é igual a

a) **24** b) 26 c) 28 d) 30 e) 32

5. (Ufpa 2016) Um menino solta uma moeda, a partir do repouso, sobre um plano inclinado.

Desprezando-se o atrito, pode-se afirmar que a velocidade, ao final da rampa, é

a) igual a de qualquer ponto anterior à do final.

b) diretamente proporcional à altura do plano.

c) diretamente proporcional ao quadrado da altura do plano.

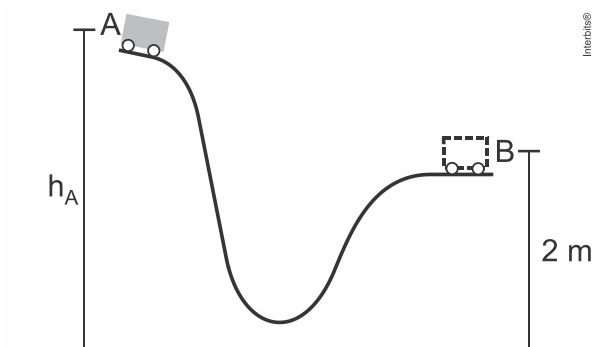
d) diretamente proporcional à raiz quadrada da altura do plano.

e) inversamente proporcional à altura do plano.

6. (Pucrs 2015) Responda à questão com base na figura abaixo, que representa o trecho de uma

montanha-russa pelo qual se movimenta um carrinho com massa de 400 kg . A aceleração

gravitacional local é de 10 m/s^2 .



Partindo do repouso (ponto A), para que o carrinho passe pelo ponto B com velocidade de 10 m/s, desprezados todos os efeitos dissipativos durante o movimento, a altura h_A , em metros, deve ser igual a

- a) 5 **b) 7** c) 9 d) 11 e) 13

7. (Enem 2012) Os carrinhos de brinquedo podem ser de vários tipos. Dentre eles, há os movidos a corda, em que uma mola em seu interior é comprimida quando a criança puxa o carrinho para trás. Ao ser solto, o carrinho entra em movimento enquanto a mola volta à sua forma inicial.

O processo de conversão de energia que ocorre no carrinho descrito também é verificado em

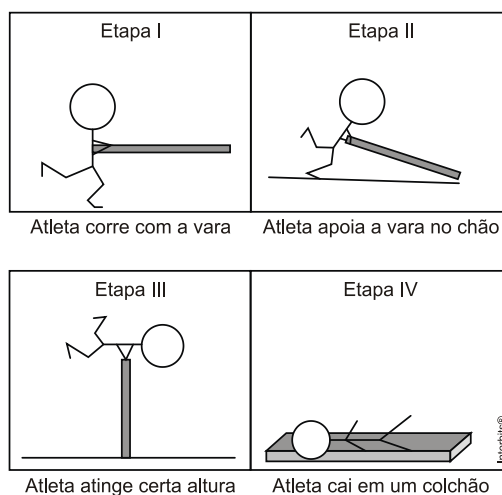
- a) um dínamo. b) um freio de automóvel. c) um motor a combustão.
d) uma usina hidroelétrica. **e) uma atiradeira (estilingue).**

8. (G1 - ifsp 2011) Um atleta de salto com vara, durante sua corrida para transpor o obstáculo a sua frente, transforma a sua energia _____ em energia _____ devido ao ganho de altura e conseqüentemente ao/à _____ de sua velocidade.

As lacunas do texto acima são, correta e respectivamente, preenchidas por:

- a) potencial – cinética – aumento. b) térmica – potencial – diminuição.
c) cinética – potencial – diminuição. d) cinética – térmica – aumento.
e) térmica – cinética – aumento.

9. (Enem 2011) Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura:



Desprezando-se as forças dissipativas (resistência do ar e atrito), para que o salto atinja a maior altura possível, ou seja, o máximo de energia seja conservada, é necessário que

a) a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica representada na etapa IV.

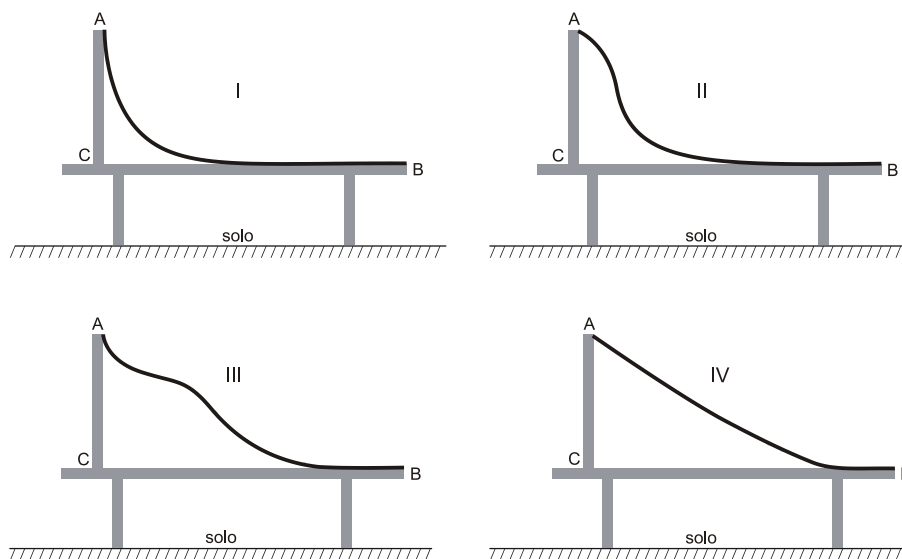
b) a energia cinética, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa IV.

c) a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa III.

d) a energia potencial gravitacional, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa IV.

e) a energia potencial gravitacional, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa III.

10. (Uerj 2010) Os esquemas a seguir mostram quatro rampas AB, de mesma altura \overline{AC} e perfis distintos, fixadas em mesas idênticas, nas quais uma pequena pedra é abandonada, do ponto A, a partir do repouso.

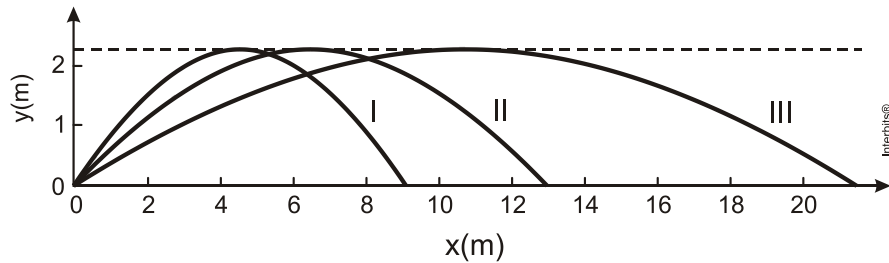


Após deslizar sem atrito pelas rampas I, II, III e IV, a pedra toca o solo, pela primeira vez, a uma distância do ponto B respectivamente igual a d_I , d_{II} , d_{III} e d_{IV} .

A relação entre essas distâncias está indicada na seguinte alternativa:

- a) $d_I > d_{II} = d_{III} > d_{IV}$ b) $d_{III} > d_{II} > d_{IV} > d_I$
c) $d_{II} > d_{IV} = d_I > d_{III}$ **d) $d_I = d_{II} = d_{III} = d_{IV}$**

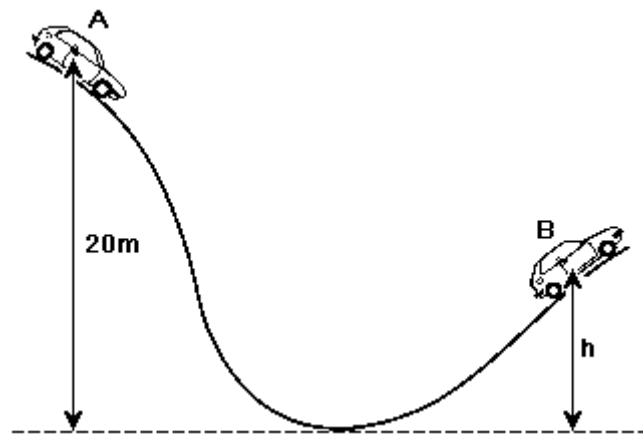
11. (Uece 2010) A figura a seguir mostra quatro trajetórias de uma bola de futebol lançada no espaço.



Desconsiderando o atrito viscoso com o ar, assinale o correto.

- a) A trajetória que exigiu a maior energia foi a I.
- b) A trajetória que exigiu a maior energia foi a II.
- c) A trajetória que exigiu a maior energia foi a III.**
- d) A energia exigida é a mesma para todas as trajetórias.

12. (Pucsp 2008) O automóvel da figura tem massa de $1,2 \cdot 10^3$ kg e, no ponto A, desenvolve uma velocidade de 10 m/s.



Estando com o motor desligado, descreve a trajetória mostrada, atingindo uma altura máxima h , chegando ao ponto B com velocidade nula. Considerando a aceleração da gravidade local como $g = 10 \text{ m/s}^2$ e sabendo-se que, no trajeto AB, as forças não conservativas realizam um trabalho de módulo $1,56 \cdot 10^5$ J, concluímos que a altura h é de

- a) 12 m
- b) 14 m
- c) 16 m
- d) 18 m
- e) 20 m

IV – Coleta e Análise de Dados

Ao estudarmos melhor o IpC e à medida que vamos nos envolvendo com sua dinâmica é notório que a coleta dos dados de respostas obtidos pelos alunos é fundamental para tomarmos a decisão das discussões aos pares, ou a necessidade de se aprofundar mais numa explanação durante a execução da aula.

O uso do aplicativo *Socrative*, escolhido nesse produto didático em específico, facilita essa coleta por meio de planilhas que podem ser geradas com as respostas dadas por cada aluno e seu *feedback* é imediato. No entanto, ressaltamos que, nos casos em que desejamos atribuir uma pontuação aos alunos na atividade ou quando queremos verificar a eficiência desse tipo de estratégia numa aula, o uso de planilhas, eletrônicas ou não, podem auxiliar o professor a ter um julgamento do impacto do IpC na sua sala de aula.

Cabe ao professor como mediador nesse processo de ensinar, verificar qual a opção mais interessante. Em algumas situações, uma pontuação pode ser atribuída não necessariamente pelo número de questões acertadas, mas pelo percentual de evolução do aluno em alterar suas respostas iniciais equivocadas pelas corretas após as discussões aos pares como propõe o método do prof. Mazur.

V – REFERÊNCIAS

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.30, n.2, p. 362-384, ago. 2013.

SOCRATIVE. Disponível em < www.socrative.com >, acesso em: 20 de outubro de 2017.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO *PEER INSTRUCTION*

**QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS AULAS DE FÍSICA USANDO A
INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS E O *SOCRATIVE***

1) Como você se sentiu ao estudar para uma aula antes dela ocorrer?

- não estudei
- gostei e estudei
- gostei e já estudava antes das aulas
- não tenho opinião sobre isso

2) O que você achou dos vídeos usados nos momentos de pré-aula?

- não gostei
- gostei de alguns
- gostei de todos
- não tenho opinião sobre isso

3) Na sala de aula, como você se sentiu com uma aula com o professor falando menos e dando mais tempo para os alunos discutirem os assuntos?

- não gostei
- gostei, mas não fez diferença
- gostei muito
- não tenho opinião sobre isso

4) Quanto ao uso do *Socrative*, você teve dificuldade em utilizar?

- não
- sim, no início

sim, a maior parte do tempo

não tenho opinião sobre isso

5) Em alguns momentos o professor pediu para que se aproximasse de algum colega e discutisse a resposta da questão com ele. Você acha que essas discussões ajudaram a mudar algumas de suas respostas?

não

sim, algumas vezes

sim, várias vezes

não tenho opinião sobre isso

6) Você ajudou alguém a mudar de resposta?

não

sim, algumas vezes

sim, várias vezes

não tenho opinião sobre isso

7) Ao fim das aulas, após todas as questões resolvidas, discussões realizadas e vídeos assistidos, como você avalia seu nível de compreensão do conteúdo estudado?

ruim regular bom muito bom excelente

8) Em algumas palavras, descreva com foi sua experiência com essa nova abordagem das aulas? (expresse se desejar pontos positivos e/ou negativos).