

# A UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA POSSIBILIDADE PARA O ENSINO DE RELATIVIDADE RESTRITA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

*The use of Active Methodologies in physics teaching: a possibility for the teaching of Special Relativity in basic education*

**Angelo Bruno Andrade Fiasca** [profangelofisica@gmail.com]

*Colégio Estadual Dr. João Bazet*

**Valéria Nunes Belmonte** [batista.nunes@gmail.com]

**Bernardo Matos Tavares** [bmatav1979@gmail.com]

*Universidade Federal do Rio de Janeiro - Campus Macaé*

**Michel Corci Batista** [michel@utfpr.edu.br]

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Campo Mourão*

*Recebido em: 08/05/2020*

*Aceito em: 21/05/2021*

## Resumo

Os desafios pedagógicos para o professor de Física na Educação Básica são cada vez maiores num contexto em que os alunos estão cada vez mais conectados. As escolas, por sua vez, carecem de investimentos em tecnologias e metodologias que estimulem um aprendizado significativo. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar uma sequência didática sobre o tema Relatividade Restrita, estruturada na utilização de metodologias ativas e fundamentadas nas teorias de Ausubel-Novak-Mazur. A aplicação da sequência ocorreu numa turma de 1º ano do Ensino Médio de uma instituição pública do interior do estado do Rio de Janeiro. Durante a implementação da sequência os alunos tiveram acesso prévio aos materiais didáticos usando aplicativos em seus *Smartphones*. Os dados foram analisados seguindo os pressupostos de pesquisa qualitativa, notas de campo do pesquisador e materiais produzidos pelos alunos durante a implementação da proposta. Os relatos foram organizados em duas categorias: alunos que se identificam com as metodologias ativas e alunos que estão na cultura do ensino tradicional. Os resultados indicam que o uso de aplicativos móveis em conjunto com metodologias ativas de ensino, proporciona maior interação, protagonismo e envolvimento dos alunos em atividades colaborativas, contribuindo positivamente para a construção de um ambiente de aprendizagem transformador e facilitador da aprendizagem.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Metodologias Ativas; Tecnologias no ensino.

## Abstract

The pedagogical challenges for the Physics teacher in Basic Education are increasingly greater in a context in which students are increasingly connected. Schools, in turn, lack investments in technologies and methodologies that encourage significant learning. In this sense, the objective of this work is to present a didactic sequence on the subject of Special Relativity, structured in the use of active methodologies and based on the theories of Ausubel-Novak-Mazur. The application of the sequence occurred in a class of 1st year of high school in a public institution in the interior of the state of Rio de Janeiro. During the implementation of the sequence, students had prior access to teaching materials using applications on their Smartphones. The data were analysed following the assumptions of qualitative research, researcher's field notes and materials produced by the students during the implementation of the proposal. The reports were organized into two

categories: students who identify with active methodologies and students who are in the culture of traditional education. The results indicate that the use of mobile applications in conjunction with active teaching methodologies, provides greater interaction, protagonism and students' involvement in collaborative activities, contributing positively to the construction of a transformative and facilitating learning environment.

**Keywords:** Physics teaching; Active Methodologies; Technologies in teaching.

## I. Introdução

Nos últimos anos, o ensino médio tem sido muito discutido no Brasil. Seja à luz da formação de professores ou da utilização de diferentes possibilidades metodológicas. De acordo com Fontes et al. (2019a), as dificuldades encontradas em sala de aula, por professores e alunos, referentes ao processo de ensino e aprendizagem, têm sido constantemente analisadas por pesquisadores, os quais identificaram que são diversos os fatores que afetam o aluno neste processo. Ainda segundo os autores citados, a infraestrutura da escola constitui-se como um fator importante, pois em muitas escolas públicas brasileiras não existem laboratórios de física e aquelas que possuem o espaço físico do laboratório muitas vezes não contam com os equipamentos necessários para dar suporte a uma aula de física experimental e, por vezes, tais espaços se tornam depósitos de coisas que precisam ser guardadas na escola. Ainda segundo Fontes et al. (2019b), outros fatores que influenciam diretamente o contexto da sala de aula são a baixa carga horária da disciplina de física na educação básica e a formação dos professores que ministram aula da disciplina de física. De acordo com Santos e Curi (2012):

No Brasil, existe atualmente um número bastante pequeno de professores formados na disciplina específica de física e, segundo os dados levantados, esse número não é suficiente para atender à demanda de professores para essa disciplina. Verificamos problemas relacionados à pouca quantidade de ingressantes e, destes, uma pequena quantidade de concluintes, o que indica que pouco se tem formado de professores com habilitação específica para ministrar a disciplina de física (SANTOS e CURI, 2012, p.847).

Santos e Curi (2012) evidenciam ainda que de acordo com os dados do MEC/Inep, uma significativa parcela de professores que atualmente ministram a disciplina de física tem formação específica em matemática.

A situação da formação de professores de Física foi abordada pela Folha de São Paulo, em 23 de janeiro de 2017, na página da Educação, intitulada “*Quase 50% dos professores não têm formação na matéria que ensinam*”. A matéria, traz referência às lacunas que existem na formação de profissionais para atuar no ensino brasileiro. No que se refere à formação em Física, apenas 27% dos professores que lecionam Física no Brasil têm formação na área. Esse percentual representa dificuldades maiores a serem superadas para a qualificação dos professores.

Em consonância com o panorama apresentado acima, Gomes et al. (2017), enfatizam que é muito comum, que estudantes e professores considerem a disciplina física, como uma extensão da matemática, trabalhando durante as aulas apenas a resolução de exercícios de substituição de dados em “fórmulas”, o que torna seu entendimento mais difícil, ou no mínimo menos atrativo, constituindo-se como um problema de influência negativa para o aprendizado da mesma.

Freire (1992), nos alerta que “Ensinar não é transmitir conhecimentos, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção” (FREIRE, 1992 p. 25). Nessa perspectiva,

o professor deve, mesmo diante do cenário a que se acomete a educação brasileira, buscar por recursos, estratégias e encaminhamentos que facilitem a compreensão de conceitos físicos, bem como desencadear o interesse dos alunos pelo estudo de tal disciplina, contribuindo assim para o processo de ensino-aprendizagem e a construção do conhecimento individual do cidadão.

Neste contexto, nosso trabalho objetivou verificar o potencial pedagógico de uma sequência didática sobre a temática Relatividade Restrita para alunos do 1º ano do Ensino Médio em uma escola pública do estado do Rio de Janeiro. A sequência didática foi estruturada a partir da perspectiva da utilização de metodologias ativas no ensino de física, valorizando o papel das tecnologias, mais precisamente do *Smartphone*, a fim de promover um ambiente de aprendizagem diferente do convencional, no qual os alunos pudessem interagir entre si e com o professor.

## II. Aprendizagem Significativa e Metodologias Ativas

Na busca por uma melhora no processo de ensino e aprendizagem encontramos na aprendizagem significativa um alicerce para tal. Nessa perspectiva, de acordo com Ausubel (2000) “O fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe” isso nos permite refletir sobre o início do processo.

Usado originalmente por Ausubel (1963, p. 58), a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento. A aprendizagem significativa requer não só que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo, mas também que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar o novo material de modo substantivo e não arbitrário a sua estrutura de conhecimento.

Um material potencialmente significativo deve se relacionar intencionalmente com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Este relacionamento ocorre com conhecimentos relevantes, os conhecimentos prévios ou subsunçores. Estes servem de matriz para a incorporação, compreensão e fixação de novos conhecimentos que “se ancoram” em conhecimentos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do estudante.

Dentre as diversas formas de metodologias ativas de aprendizagem destacam-se a Instrução por Colegas (IpC), o Ensino sob Medida (EsM) e a Sala de Aula Invertida (SAI).

### Instrução por Colegas (IpC)

O *Peer Instruction* (MAZUR, 1997), ou em tradução livre Instrução por Colegas (ARAÚJO; MAZUR, 2013), caracteriza-se principalmente por promover a discussão de questões conceituais, entre os alunos, em sala de aula. Ele foi proposto originalmente para o Ensino Superior no início da década de 90 do século passado pelo Prof. Eric Mazur, da Universidade de Harvard (EUA). Neste método, o professor introduz os conceitos da aula durante alguns minutos. Em seguida, os alunos são convidados a discutir entre si uma questão conceitual ou aplicação prática. Após alguns minutos, o professor verifica a aprendizagem através de um sistema de votação (manual / digital). De acordo com as respostas dadas, pode-se considerar o assunto compreendido ou retomar a discussão com outra questão, caso necessário.

### Ensino sob Medida (EsM)

O método Ensino sob Medida foi proposto em 1996 por Gregory M. Novak e colaboradores com o objetivo de utilizar tecnologias para melhorar a aprendizagem de ciências em sala de aula (NOVAK *et al.*, 1999). O EsM foi projetado para desenvolver a habilidade de

trabalho em grupo entre os estudantes, a capacidade de comunicação oral e escrita (NOVAK *et al.*, 1999; GAVRIN *et al.*, 2004). Esse método requer que o aluno assuma a responsabilidade de se preparar para a aula, realizando uma tarefa anterior à aula, como a leitura de um texto, a visualização de um vídeo ou uma simulação virtual. Após o estudo desse material, focado nos tópicos mais importantes a serem discutidos em aula, os alunos devem responder, dentro de um prazo estipulado pelo professor, algumas questões conceituais, que compõem aquilo que denominam de Tarefa de Leitura (TL). As respostas dos alunos às tarefas preparatórias compõem um retorno para o professor ajustar e organizar sua aula, focando nas principais dificuldades manifestadas pelos alunos (NOVAK *et al.*, 1999; MAZUR, 1997).

Numa perspectiva da sala de aula, o professor pode usar este método com atividades organizadas “sob medida” para um determinado tema (ou tópico) de acordo com as necessidades de aprendizado de cada turma (ou aluno), possibilitando uma proposta de ensino mais personalizada e eficaz. Pesquisas apontam que o método IpC utilizado em conjunto com o método EsM potencializa o ganho de aprendizagem dos estudantes (WATKINS; MAZUR, 2010; CROUCH; MAZUR, 2001).

### **Sala de Aula Invertida (SAI)**

A metodologia chamada “Sala de Aula Invertida” proposta inicialmente por Lage, Platt e Treglia (2000), intitulada “*Flipped Classroom*” foi usada pela primeira vez em uma disciplina de Microeconomia em 1996 na Miami University (Ohio, EUA). A sala de aula invertida é uma metodologia na qual o conteúdo e as instruções são dadas antes da aula, que passa a ser o local para trabalhar os conteúdos já estudados, realizando atividades práticas como resolução de problemas e projetos, discussão em grupo, laboratórios, etc. A inversão ocorre uma vez que no ensino tradicional a sala de aula serve para o professor transmitir informação para o aluno que, após a aula, deve estudar o material que foi transmitido e realizar alguma atividade de avaliação para mostrar que esse material foi assimilado.

Na abordagem da sala de aula invertida, o aluno estuda antes da aula e a “aula em si” se torna o lugar de aprendizagem ativa, onde há perguntas, discussões e atividades práticas. O professor trabalha as dificuldades dos alunos, ao invés de apresentações sobre o conteúdo da disciplina (EDUCAUSE, 2012).

Acreditando no potencial da combinação das metodologias ativas descritas acima, foi desenvolvida uma sequência didática de metodologia híbrida que utiliza o que há de melhor em cada uma delas em benefício do aprendizado significativo dos alunos no ensino de Relatividade Restrita.

### **III. Metodologia**

Antes de dar início ao trabalho foi realizada uma pesquisa<sup>1</sup>, de cunho qualitativo, junto aos alunos, sobre suas experiências de aprendizagem por meio de metodologias tradicionais e suas perspectivas de aprendizagem. A pesquisa foi respondida por 51 alunos. O resultado da pesquisa mostrou que a maioria dos estudantes deseja uma maior utilização das tecnologias na escola e está disposta a usar dispositivos móveis para acessar materiais e recursos pedagógicos. Entre eles, há inclusive o desejo de dedicar maior tempo aos estudos com o uso dessas tecnologias, o que

---

<sup>1</sup> <https://drive.google.com/file/d/1Lml2dFMmrb8JkKkQdlW7UylGya5yms03/view?usp=sharing> . Acesso em Jan. 2021.

impactaria positivamente o ensino de física. Os resultados dessa consulta aos alunos nos permitiu estruturar a sequência didática no contexto das metodologias ativas citadas anteriormente.

A sequência didática sobre “Relatividade Restrita” foi implementada em 13 aulas de 50min, em uma turma do 1º ano do ensino médio de uma instituição pública do estado do Rio de Janeiro, com 58 alunos e foi planejada para o 3º bimestre do ano letivo de 2017.

Esta sequência, de abordagem qualitativa, utilizou três instrumentos para a coleta de dados: questionários respondidos pelos alunos durante a implementação da proposta, vídeos produzidos pelos alunos e o diário de campo produzido pelo pesquisador. As notas de campo permitem descrever os sujeitos, objetos, lugares, acontecimentos, atividades e debates. Nestas descrições o pesquisador poderá registrar as suas ideias, reflexões e estratégias sobre os dados de seu estudo qualitativo (BATISTA, 2016), portanto é um instrumento que pode representar todos os dados coletados durante a pesquisa.

As tarefas prévias às aulas foram preparadas e aplicadas, a partir dos princípios do *EsM e SAI*, através do envio de artigos de divulgação científica e vídeos didáticos sobre cada tema abordado. As orientações para os estudos ocorreram através do aplicativo *WhatsApp*, no qual foram dadas informações sobre atividades, avaliações e compartilhamento de conteúdos por meio de links. As tarefas foram disponibilizadas em uma pasta compartilhada no *Google Drive* através de link enviado pelo *Whatsapp* no grupo criado para este fim. Durante as aulas, a metodologia *IpC* era sempre aplicada com pequenas explicações de 15 minutos, seguidas de pequenas interações entre os pares e avaliação instantânea com o uso de formulário online (*Google Forms*). Este último, permitiu avaliar o aprendizado em tempo real e atuar nas dúvidas conforme a demanda. Segundo a teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, os materiais e métodos didáticos devem ser escolhidos de modo que sejam potencialmente significativos para o aluno (MOREIRA, 2012).

As avaliações foram planejadas em três níveis: avaliação dos testes realizados durante as aulas, avaliação dos trabalhos desenvolvidos em grupos e avaliação discursiva ao final do bimestre. Esta última foi aplicada em duas aulas de 50 minutos e os trabalhos foram desenvolvidos pelos alunos fora do horário escolar.

Para análise dos dados constituídos, utilizamos os pressupostos teóricos e metodológicos de Bardin (1977) onde o seu método se baseia em categorizações por análise de conteúdo. Neste sentido, nossas notas de campo e nossos questionários serão apresentadas e discutidas nas seguintes categorias: (i) Alunos que se identificam com as metodologias ativas, (ii) Alunos que estão na cultura do ensino tradicional.

Para mantermos o anonimato dos sujeitos da pesquisa, foram atribuídos aos alunos nomes fictícios e por uma questão de organização foram nominados por A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> ... A<sub>58</sub>, totalizando 58 participantes.

#### **IV. Análise e discussão dos resultados**

##### **A Sequência de Atividades**

De acordo com a teoria de Ausubel-Novak-Mazur, as condições fundamentais para que se atinja uma aprendizagem significativa são: a elaboração de um material potencialmente significativo, a identificação de subsunçores e a predisposição para aprender. Assim, durante a elaboração da proposta didática, buscou-se a escolha de materiais e mídias que fossem de fácil acesso e entendimento, dando sentido e significado dos conceitos mais gerais para os mais

específicos. A identificação de subsunçores ocorreu através da utilização de tarefas prévias às aulas, como artigos de divulgação científica, aplicativos e vídeos didáticos. As tarefas foram disponibilizadas numa pasta compartilhada no *Google Drive* através de link enviado pelo *Whatsapp* no grupo criado para este fim. Por meio deste último aplicativo, os alunos retornaram dúvidas sobre o material disponibilizado, interagindo através de mensagens instantâneas, o que permitiu obter um levantamento antecipado sobre a relatividade dos movimentos como base para abordar os postulados da Teoria da Relatividade Restrita.

Durante as aulas, a metodologia *IpC* era sempre aplicada com pequenas explanações de 15 minutos, seguidas de pequenas interações entre os pares e avaliação instantânea com o uso de formulário online (*Google Forms*). Nesta última, estabelecemos três faixas de acertos: de 0% a 40% (insatisfatório); de 40% a 70% (regular) e acima de 70% (satisfatório). Na primeira faixa de acertos os alunos seriam convidados a assistir a uma nova explanação sobre o tema; na segunda faixa, seriam estimulados a realizar mais uma rodada de interações; na terceira faixa, considerase atingido o objetivo da aula. Este sistema permitiu avaliar o aprendizado em tempo real e atuar nas dúvidas conforme a demanda.

As avaliações foram planejadas em três níveis: avaliação dos testes realizados durante as aulas, avaliação dos trabalhos desenvolvidos em grupos e avaliação discursiva ao final do bimestre. Esta última foi aplicada em duas aulas de 50 minutos e os trabalhos foram desenvolvidos pelos alunos fora do horário escolar.

A sequência apresentada foi planejada para o 3º bimestre do ano letivo de 2017, em consonância com o “Currículo Mínimo”<sup>2</sup> que estabelece as habilidades e competências mínimas a serem desenvolvidas em cada bimestre pelos alunos ao longo do ano letivo. No 3º bimestre, do 1º ano do Ensino Médio, o currículo aborda uma introdução à Relatividade Restrita. A carga horária total foi de 13 aulas de 50 minutos. Em toda a aplicação os alunos receberam e leram o material didático antes da aula com uma antecedência de alguns dias.

As orientações para os estudos ocorreram através do aplicativo *WhatsApp*, no qual foram dadas informações sobre atividades, avaliações e compartilhamento de conteúdos por meio de links. Foi indicado inicialmente o “Caderno de Atividades Pedagógicas de Aprendizagem Autorregulada 3”, disponível na pasta do *Google Drive*<sup>3</sup> denominada “Aula 1: Galileu e a Relatividade”. Esta apostila faz parte do material didático disponibilizado pela SEEDUC-RJ em sua página CONEXÃO ALUNO e foi usada parcialmente em nossa metodologia.

Foi solicitado a cada um dos alunos a leitura do capítulo 1 da apostila, instalar e testar o aplicativo *Le Gobi Bleu*<sup>4</sup> anteriormente à aula, de acordo com a metodologia SAI. O aplicativo “*Lê Gobi Bleu*” é um jogo / simulador de movimento relativo. Nele, um peixe deve nadar contra a correnteza com o objetivo de subir um rio, desviando das pedras que podem derrubá-lo, bem como a espuma branca que pode empurrá-lo para baixo. O objetivo primordial desta atividade foi fazer com que os alunos tivessem contato com uma situação de movimento relativo, antes da aula e, percebessem o movimento relativo do peixe, em relação à correnteza, em relação às margens e às pedras. De acordo com a teoria da aprendizagem significativa, esta atividade tem a função de buscar os subsunçores do aluno em relação ao tema relatividade do movimento.

<sup>2</sup> A Resolução SEEDUC 4.866 do dia 14 fevereiro de 2013 dispõe oficialmente a implantação e o acompanhamento do Currículo Mínimo a ser instituído em toda rede pública de educação do Estado do Rio de Janeiro.

<sup>3</sup>Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/12jFaAIHcZS3cmNeTt-YvIMXNn2IYx8n/view?usp=sharing>. Acesso em Jan. 2021.

<sup>4</sup> Disponível em <https://apkpure.com/br/le-gobi-bleu/com.gobi.legobibleu> . Acesso em Jan.2021.

## Descrição das Atividades por Aula

**Aula 1** - Na aula 1, inicialmente, retomou-se o aplicativo "Lê Gobi *Bleu*", usado pelos alunos anteriormente à aula e algumas questões foram levantadas sobre o mesmo, por exemplo: no jogo, o peixe estava parado ou em movimento? Em relação a que referencial ou ponto de referência? Como seria possível calcular a velocidade do peixe em relação às margens? Após levantar alguns conhecimentos prévios sobre o movimento relativo, discutiu-se sobre o tema "Relatividade de Galileu", fazendo uma pequena introdução histórica, abordando os conceitos de referencial inercial e as transformações de Galileu. Essa parte da aula durou aproximadamente 20 minutos. As dúvidas foram sanadas e, em seguida, foi solicitado que abrissem o aplicativo novamente e fizessem uma simulação por 5 minutos, tentando explicar uns para os outros, o movimento do peixe em relação à água e depois em relação à margem e às pedras. Após esse tempo, a discussão foi retomada durante os 20 minutos restantes para corrigir eventuais erros conceituais sobre o movimento relativo, aproveitando para mostrar a relação da velocidade relativa e resolver alguns exemplos.

**Aula 2** - Na aula 2, solicitou-se a abertura do aplicativo *WhatsApp* para acessar o link do formulário "Relatividade de Galileu". Os alunos tiveram 20 minutos para resolver as questões propostas e foi possível acompanhar as respostas em tempo real através do acesso ao *Google Forms*. Nos 30 minutos restantes, as questões foram corrigidas e sanadas as eventuais dúvidas. Cinquenta e oito alunos responderam a este questionário.

**Aula 3** - Na aula 3, abordou-se os postulados da Teoria da Relatividade Restrita. O objetivo inicial dessa aula era apresentá-los ao tema por meio da leitura prévia do material sugerido: apostila de atividades autorreguladas e o artigo "*As digitais de Einstein em nosso cotidiano*"<sup>5</sup>. A partir destas leituras, levantou-se importantes subsunçores referentes a este tema. Nos primeiros 20 minutos de aula, conversou-se sobre os postulados e as suas implicações. Tirou-se algumas dúvidas e, em seguida, assistiu-se ao programa Globo Ciência "O Tempo como nova dimensão - Albert Einstein"<sup>6</sup>, como um recurso adicional. O vídeo aborda questões históricas sobre a Teoria da Relatividade e seus personagens principais, ilustrando com clareza a importância dos trabalhos de Einstein no desenvolvimento de várias tecnologias modernas. O vídeo teve duração de 20 minutos. Entende-se que o vídeo nessa proposta é um recurso didático que se soma a metodologia já empregada, a fim de que os alunos possam além de ler o texto disponibilizado visualizar tal encaminhamento de ideias, pois acreditamos que esse recurso é muito importante para os alunos que são chamados de visuais, aqueles que aprendem por meio da interação com a imagem.

**Aula 4** - Na aula 4, avaliou-se a compreensão dos principais aspectos e fenômenos relacionados aos postulados da Teoria da Relatividade Restrita por meio de um questionário<sup>7</sup> confeccionado utilizando o aplicativo Google Forms.

---

<sup>5</sup> Disponível em:

[http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/3013/n/as\\_digitais\\_de\\_einstein\\_em\\_nosso\\_cotidiano](http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/3013/n/as_digitais_de_einstein_em_nosso_cotidiano). Acesso em Jan.2021.

<sup>6</sup> Disponível em <http://redeglobo.globo.com/globocidadania/videos/t/globo-ciencia/v/o-tempo-como-nova-dimensao-albert-einstein-integra/1763983/>. Acesso em Jan. 2021.

<sup>7</sup> Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1JJQr8BtXEHWiha0D16uzMxooONz4Nn9V/view?usp=sharing>. Acesso em Jan.2021.

**Aula 5** - Na aula 5, trabalhou-se a simultaneidade de fenômenos relativísticos e a relação espaço-tempo. Para isso, sugeriu-se os vídeos “O Espaço”<sup>8</sup> e “O tempo”<sup>9</sup> da série intitulada “Além do cosmos” do canal NATGEO. Os vídeos foram assistidos previamente em casa, caracterizando o que chamamos de sala de aula invertida. Durante a aula, solicitamos que pequenos grupos evidenciassem quais eram as cenas mais importantes para a compreensão dos efeitos gerados pela relatividade e por quê? Em seguida, foi realizado um debate apresentando as respostas de cada grupo. Os vídeos citados acima possuem ilustrações e efeitos especiais que propiciam uma rica fonte de informação e divulgação científica, principalmente por se tratar de um tema complexo e de impossível observação no cotidiano.

**Aula 6** - A aula 6, foi planejada para que os alunos respondessem ao questionário<sup>10</sup> sobre simultaneidade e a relação espaço-tempo. O mesmo possuía cinco questões objetivas com três alternativas. Embora tenhamos dado um enfoque bastante conceitual, alguns conceitos precisaram ser reforçados após a aplicação do teste. Identificou-se, durante a aplicação dos testes, maior dificuldade com questões que envolviam cálculos da dilatação temporal e contração espacial.

**Aulas 7 e 8** - Nas aulas 7 e 8, retornou-se aos postulados e aos cálculos sobre a dilatação temporal e contração espacial, uma vez que os alunos demonstraram certa dificuldade neste tópico. Como estudo prévio, indicamos o aplicativo “*Relatividade Restrita, Espaço-Tempo*” (*Special Relativity, Space Time*)<sup>11</sup>. Apesar de não possuir versão em português, o aplicativo é simples e de fácil utilização. Antes de iniciar a utilização, traduzimos e explicamos todas as suas funções.

**Aula 9** - A aula 9, foi planejada para avaliar e sanar as dúvidas sobre os cálculos de dilatação temporal e contração espacial, usando como ferramenta o aplicativo “*Relatividade Restrita, Espaço-Tempo*”. Foi enviado durante a aula, através do *WhatsApp*, um formulário com quatro questões sobre este tema. Os alunos tiveram 20 minutos para responder. Em seguida, foi analisado o percentual de acertos em cada questão e a partir daí esclarecida as dúvidas por meio de instrução por colegas ou diretamente com o professor.

**Aulas 10 e 11** - As aulas 10 e 11 foram dedicadas às dúvidas em relação à elaboração dos trabalhos com a temática “Einstein e a Relatividade”, sugerido como segunda nota do bimestre e enviado no dia 6 de setembro pelo *WhatsApp*. A entrega foi realizada pelo aplicativo *WhatsApp* e pelo *Google Drive*.

**Aula 12** - A aula 12 foi planejada para abordar o tema Massa e Energia Nuclear. Indicamos como leitura e estudo prévio a apostila “Energia Nuclear e suas aplicações”<sup>12</sup> e o vídeo “The real meaning of  $E=mc^2$ ”<sup>13</sup>. Ambos fortemente recomendados, pois suas abordagens são muito didáticas e conceitualmente corretas. Durante a aula retomamos o conceito de massa inercial clássica, desconstruindo-o na medida em que se mostrou que a massa de um corpo depende de

<sup>8</sup> Disponível em <https://youtu.be/nJJGZny5un0> . Acesso em Jan.2021.

<sup>9</sup> Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=6munxHulhgs>. Acesso em Jan.2021.

<sup>10</sup> Disponível em: <https://drive.google.com/open?id=1qMq1EOM-T80de5NLXpRAhXwRmskS9vBExTaneUJO25Q>. Acesso em Jul. 2017

<sup>11</sup> Disponível em : <https://apkpure.com/special-relativity-space-time/com.reset>. Acesso em Jan.2021.

<sup>12</sup> Disponível em : <http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf>. Acesso em Jan.2021.

<sup>13</sup> Disponível em : <https://www.youtube.com/watch?v=Xo232kyTs00> . Fonte: PBS Digital Studios.Acesso em Jan.2021.

várias formas de energias internas a ele. Para isso, comentamos passo a passo o vídeo sugerido, explorando todas as ilustrações e efeitos.

**Aula 13** - A aula 13 e última, foi planejada para avaliar os conhecimentos dos alunos acerca da relação massa e energia. Foi elaborado um questionário com 4 questões objetivas e 3 alternativas de respostas. Os alunos tiveram 20 minutos para responder. Assim como em todos os outros questionários, as respostas foram avaliadas em tempo real, na medida em que eram enviadas.

### **Avaliação das Atividades**

Para Hoffmann (2005, p. 17), a avaliação é “[...] uma ação ampla que abrange o cotidiano do fazer pedagógico e cuja energia faz pulsar o planejamento, a proposta pedagógica e a relação entre todos os elementos da ação educativa”. Sendo assim, consiste em “[...] acompanhamento permanente, contínuo e gradativo da aprendizagem do aluno” (HOFFMANN, 2005, p. 138). Neste sentido, a avaliação da aprendizagem dos alunos envolvidos nesta pesquisa foi realizada durante todo o processo de aplicação da metodologia (FIASCA, 2018), não apenas em provas, pois entendemos que a avaliação da aprendizagem deve ser um processo contínuo.

Para contabilizar as notas dos alunos, pontuamos todos os questionários (20 pontos), os trabalhos (30 pontos) e a avaliação discursiva (50 pontos). Todas as avaliações tiveram suas recuperações paralelas aplicadas dentro do prazo previsto para o bimestre. A pontuação de participação nos questionários online foi obtida por meio da exportação da planilha de resposta nominal, conforme mostra a tabela 1 abaixo, com data e hora da resposta de cada aluno. Esta planilha foi uma grande aliada no controle da realização de tarefas e do prazo de entrega. Com ela, pode-se constatar a participação do aluno nas atividades em aula e em casa.

**Tabela 1** - Planilha de registro de respostas nos questionários.

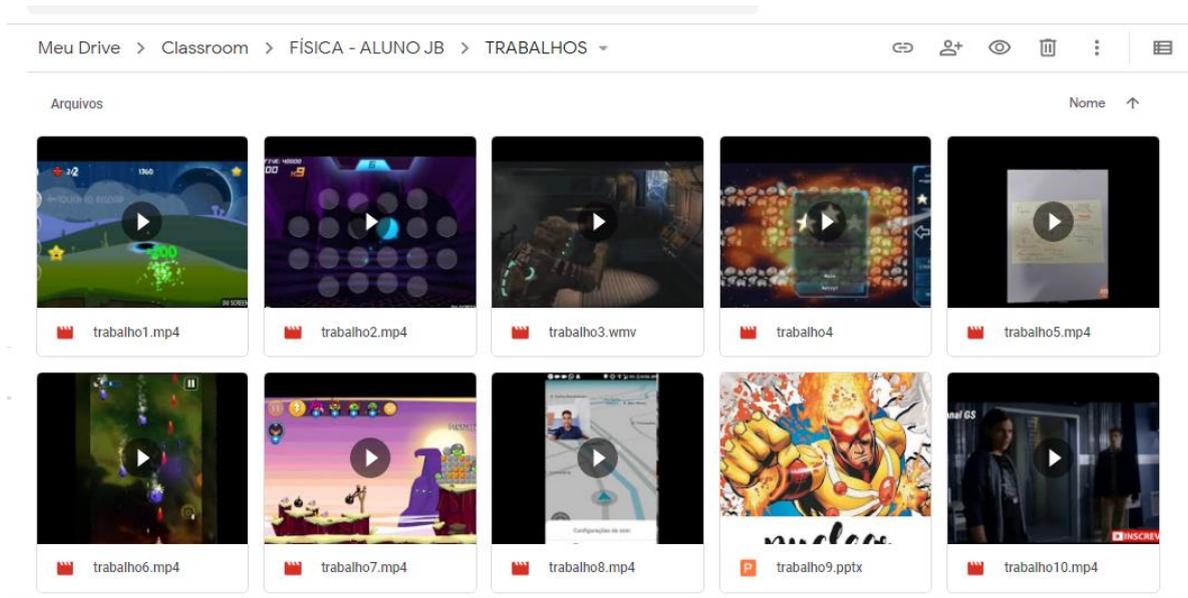
Carimbo de data/hora	1- Antes mesmo de ter uma ideia ma	2- Em 2005, Ano	3- A teoria da Relatividade Restri	4- Imaç	5- Suponha que, no futuro
22/08/2017 11:10:42	A teoria da relatividade restrita	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é igual a tN
22/08/2017 11:10:50	A teoria da relatividade restrita	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é igual a tN
22/08/2017 11:11:09	A teoria da relatividade restrita	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é igual a tN
22/08/2017 11:12:03	Opção 4	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	c	tB é maior que tN
22/08/2017 11:12:07	A relatividade de Galileu	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é maior que tN
22/08/2017 11:12:14	A relatividade de Galileu	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	c	tB é maior que tN
22/08/2017 11:12:18	A relatividade de Galileu	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é maior que tN
22/08/2017 11:12:19	A relatividade de Galileu	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é maior que tN
22/08/2017 11:12:29	A relatividade de Galileu	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é maior que tN
22/08/2017 11:12:36	A teoria da relatividade restrita	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é igual a tN
22/08/2017 11:12:38	A teoria da relatividade restrita	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é maior que tN
22/08/2017 11:13:00	A relatividade de Galileu	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é maior que tN
22/08/2017 11:13:17	A relatividade de Galileu	Apenas I e II	As afirmativas II e III são verdadei	0,7c	tB é maior que tN
22/08/2017 11:13:54	A teoria da relatividade restrita	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é igual a tN
22/08/2017 11:15:32	A teoria da relatividade restrita	Apenas I e II	As afirmativas I e III são verdadei	c	tB é igual a tN
22/08/2017 11:15:41	A relatividade de Galileu	Apenas I e II	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é igual a tN
22/08/2017 11:16:03	A relatividade de Galileu	Apenas II e III	As afirmativas I, II e III são verdad	c-0,7c	tB é menor que tN
22/08/2017 11:16:54	A teoria da relatividade restrita	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é menor que tN
22/08/2017 11:17:17	A teoria da relatividade restrita	Apenas I e II	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é igual a tN
22/08/2017 11:17:18	A teoria da relatividade restrita	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é maior que tN
22/08/2017 11:17:48	A teoria da relatividade restrita	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é maior que tN
22/08/2017 11:18:04	A teoria da relatividade restrita	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é igual a tN
22/08/2017 11:18:47	A teoria da relatividade restrita	Apenas I e II	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é maior que tN
22/08/2017 11:22:58	A teoria da relatividade restrita	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é maior que tN
22/08/2017 11:23:40	A teoria da relatividade restrita	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é maior que tN
22/08/2017 11:24:33	A teoria da relatividade restrita	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	0,7c	tB é igual a tN
07/09/2017 15:46:10	A teoria da relatividade restrita	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	c	tB é igual a tN
07/09/2017 15:46:13	A teoria da relatividade restrita	Apenas II e III	As afirmativas I e III são verdadei	c	tB é igual a tN
19/09/2017 14:31:02	A teoria da relatividade restrita	Apenas I e II	As afirmativas I e III são verdadei	c	tB é igual a tN

Fonte: os autores.

Ao fazer uma análise qualitativa dos formulários aplicados, pode-se dizer que os alunos tiveram um melhor entendimento e desempenho em questões conceituais. Em questões que envolviam cálculos e operações matemáticas mais “complexas”, como por exemplo, nas equações de tempo e espaço relativos, os alunos demonstraram maior grau de dificuldade, apesar de já terem estudado todos os pré-requisitos matemáticos em séries anteriores e de revê-los nas aulas de Física.

Também ficou evidenciado em nosso trabalho uma maior motivação e interação por parte dos alunos ao participar de atividades online, fazer leituras, assistir vídeos em casa e não faltar às aulas. Atividades deste tipo promovem maior protagonismo dos alunos, proporcionando um papel mais ativo na aprendizagem.

Os trabalhos também foram avaliados qualitativamente, uma vez que o objetivo do mesmo era incentivar a pesquisa e a aplicação do tema proposto através da gravação de um pequeno vídeo. Os critérios utilizados para a nota do trabalho foram: coerência, pontualidade, aplicabilidade, relação com o cotidiano, aplicação correta da teoria e criatividade. Considerando que os estudantes tiveram o primeiro contato com a Relatividade Restrita há pouco tempo, pode-se considerar que houve empenho na realização e apresentação dos trabalhos. Os trabalhos foram enviados para uma pasta compartilhada no *Drive* para análise prévia e avaliação. Faz-se importante ressaltar que os vídeos produzidos apresentaram conceitos físicos corretos sobre o tema relatividade.



**Figura 1** - Vídeos produzidos pelos alunos. Fonte: os autores

A avaliação discursiva<sup>14</sup> foi elaborada com questões semelhantes aos questionários e às listas de exercícios propostas durante as aulas ou como tarefa de casa. Porém, foi planejada uma avaliação conceitual, que fizesse o aluno pensar mais sobre os princípios da Teoria da Relatividade do que nos cálculos decorrentes dos postulados.

Ao final do bimestre foi aplicada uma pesquisa<sup>15</sup> para saber a opinião dos alunos em relação à implementação de nossa proposta de sequência didática pautada nas metodologias ativas, recursos e tecnologias móveis no Ensino de Física. A pesquisa foi respondida por 42 alunos.

A seguir, serão mostradas as respostas dos alunos<sup>16</sup> ao avaliar a proposta metodológica.

A avaliação geral do aprendizado em física após a aplicação da metodologia se mostrou favorável, com 54,8% de alunos que consideraram seu aprendizado melhor do que antes. Se mostraram indiferentes à metodologia 31% dos alunos e 14,2 % acreditaram que seu aprendizado por metodologias ativas foi pior.

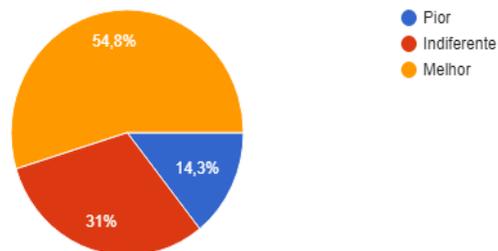
<sup>14</sup> [https://docs.google.com/document/d/1fS63ldgz5joHRAIKBg\\_7pTPg\\_nzct9jltRnZWlSnEt4/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/document/d/1fS63ldgz5joHRAIKBg_7pTPg_nzct9jltRnZWlSnEt4/edit?usp=sharing) . Acesso em Jan. 2021.

<sup>15</sup> [https://drive.google.com/file/d/1AAILssCF8WrXiAhKR\\_okCKAVusBeAtz6/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1AAILssCF8WrXiAhKR_okCKAVusBeAtz6/view?usp=sharing) . Acesso em Jan. 2021.

<sup>16</sup> <https://drive.google.com/file/d/1Fpn9Yz1lnSwQVHeQlbYkm6UhfP-N-AKa/view?usp=sharing> . Acesso em Jan. 2021.

Como você avalia seu aprendizado geral em Física após estudar através de metodologias ativas?

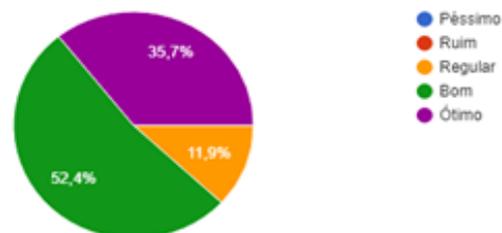
42 respostas



A utilização de tecnologias móveis nas aulas de Física foi muito bem avaliada pelos estudantes. Avaliaram como ótimo 35,7% dos estudantes, 52,4% avaliaram como bom e 11,9% acharam regular. Este resultado indica que a inovação das metodologias e o uso de recursos tecnológicos é uma tendência muito bem vinda ao Ensino de Física.

O que você achou do uso de tecnologias móveis (telefone celular) nas aulas de Física?

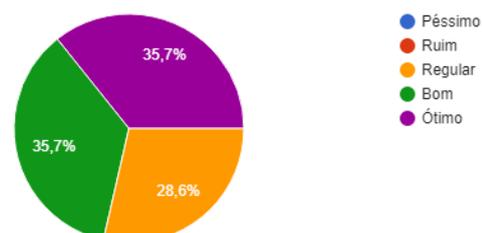
42 respostas



Outra avaliação bastante positiva foi sobre o uso do aplicativo de comunicação *Whatsapp* nas aulas de Física. Ele foi usado na orientação de atividades, tarefas, trabalhos e compartilhamento de *links* para textos e vídeos. Avaliaram como ótimo e bom, 71,4% dos alunos e como regular 28,6%, mostrando o potencial didático que este aplicativo pode ter no Ensino de Física. Não houve avaliação ruim ou péssima.

O que você achou do uso do aplicativo whatsapp nas aulas de Física?

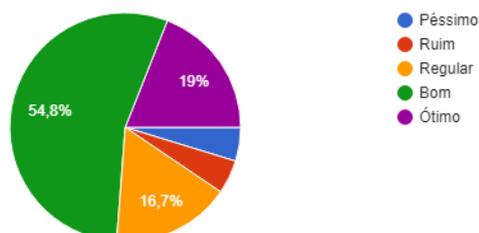
42 respostas



Em relação à utilização do *Google Drive* para acessar os materiais didáticos em nuvem, 19% avaliaram como ótimo, 54,8% como bom, 16,7% como regular e 4,8% como ruim e péssimo. Neste caso, podemos perceber uma pequena insatisfação com esta ferramenta. Porém, a grande maioria aprovou sua utilização.

Qual é a sua opinião sobre o uso do aplicativo Google Drive (para acessar os materiais didáticos online) nas aulas de Física?

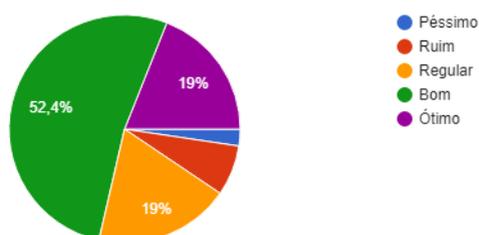
42 respostas



Em relação à utilização do *Google Formulário* para acessar e responder aos questionários: 19% acharam ótimo, 52,4% consideraram bom, 19% regular, 7,1% ruim e 2,4 % péssimo. Aqui, ainda percebe-se uma insatisfação de 9,5% com a utilização desta ferramenta. Considerando que para a maioria dos estudantes este foi o primeiro contato com o *Google Formulário*, sua avaliação foi muito boa.

O que você achou do uso do aplicativo Google Formulários (para acessar os questionários online) nas aulas de Física?

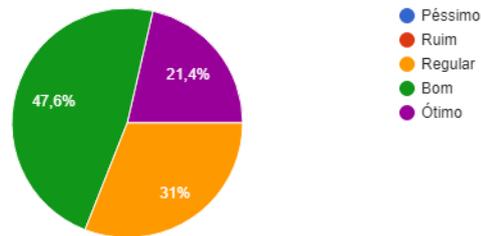
42 respostas



A utilização de vídeos didáticos também foi muito bem avaliada: 21,4% dos alunos acharam ótimo, 47,6% bom e 31% regular. Não houve avaliação ruim ou péssima. A escolha adequada dos vídeos foi importante para este resultado. Eles foram bastante ilustrativos e didáticos.

Qual é a sua opinião sobre o uso de vídeos nas aulas de Física?

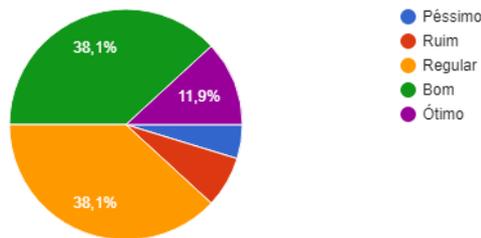
42 respostas



O uso de textos e artigos de revista teve opinião bastante dividida: 11,9% achou ótimo, 38,1% achou bom, 38,1% achou regular, 7,1% achou ruim e 4,8% achou péssimo. Porém, a leitura dos artigos foi bem avaliada para praticamente mais da metade dos estudantes.

O que você achou do uso de textos online sugeridos como leitura prévia das aulas de Física?

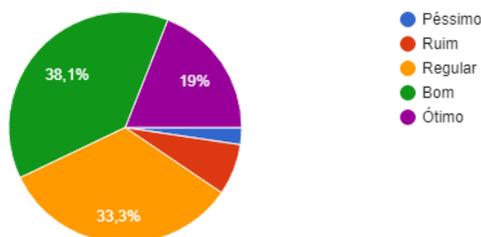
42 respostas



Sobre o sistema de avaliação implementado durante a aplicação da metodologia: 19% dos alunos consideraram ótimo, 38,1% acharam bom, 33,3% consideraram regular, 7,1% acharam ruim e 2,4% péssimo. A avaliação da aprendizagem durante a aplicação da metodologia foi bastante diversificada, com realização de tarefas presenciais e on-line, trabalhos em grupo, além de avaliações objetivas e discursivas.

Qual é a sua opinião sobre o sistema de avaliação, após a introdução das metodologias ativas?

42 respostas



Baseado nos dados da pesquisa e nos relatos dos alunos, entendemos que nosso resultado foi muito positivo, tendo em vista que buscamos implementar uma proposta de ensino que vai na contramão do ensino tradicional, no qual os alunos estão imersos desde o ensino fundamental.

Na tabela a seguir, pode-se identificar duas categorias: alunos que se identificam com as metodologias ativas e alunos que estão na cultura do ensino tradicional.

**Tabela 2 :** Categorias estabelecidas

Categoria		Fala dos alunos
1	Alunos que se identificam com as metodologias ativas	<ul style="list-style-type: none"> <li>● “Eu acho que as aulas melhoraram muito depois que começamos a trabalhar assim, porque nós estamos prestando mais atenção e participando melhor das aulas que ficaram bem mais produtivas”(A3).</li> <li>● “Tá sendo legal essa sua ideia de usar o celular...”(A8).</li> <li>● “Muito bom! Faça mais revisões assim! Está tá ótimo!”(A9).</li> <li>● "Esse novo método é bom!" (A21).</li> <li>● “Eu gostei do método !” (A33)</li> <li>● “É tão legal, a aula fica bem mais fácil! Porém, o que pode ser melhorado é a prática no papel. Parece estranho, mas nossa geração ainda aprende mais com coisas escritas” (A35).</li> </ul>
2	Alunos que estão na cultura do ensino tradicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>● “Acho que deveriam ser dadas mais revisões.” (A1).</li> <li>● “Dar mais aulas em sala e explicações sem ser no celular” (A31).</li> <li>● “Acredito que se fossem mais revisados os assuntos em aula, o rendimento seria melhor” (A37).</li> <li>● “Voltar a ter aulas igual anteriormente” (A42).</li> </ul>

**Fonte:** os autores

## V. Considerações Finais

O ensino de Relatividade Restrita em turmas do Ensino Médio relatado neste trabalho foi facilitado com a aplicação de metodologias ativas e o uso de tecnologias móveis. A metodologia empregada buscou inovar as práticas e recursos disponíveis aos alunos para estimular e motivar uma aprendizagem significativa e atraente para o aluno do século XXI, cercado de mídias digitais e tecnologias.

Para lograr êxito na aplicação desta sequência didática, considera-se fundamental a integração dos métodos e meios empregados, envolver alunos e professores no processo de aprendizagem, promover a interação dos estudantes em espaços e tempos não formais e em última instância, motivar e potencializar a aprendizagem dos alunos, como mostram os resultados da pesquisa desenvolvida na dissertação do autor (FIASCA, 2018). A escolha dos materiais didáticos e demais ferramentas, como os aplicativos, vídeos, Google Drive e Google Formulários, teve como objetivo facilitar a aprendizagem dos conceitos envolvidos e estimular a curiosidade dos alunos para que possam ser protagonistas da própria aprendizagem.

A aplicação de uma metodologia inovadora em escolas públicas de ensino médio por meio de tecnologias móveis foi algo desafiador, pois os recursos tecnológicos oferecidos são escassos e sua implantação depende de uma estrutura que as escolas não possuem. Para resolver

esta questão, recorreremos a uma parceria público-privada<sup>17</sup>. Sem ela, a execução da sequência didática seria inviabilizada. A aplicação de metodologias ativas para ensino de Relatividade Restrita no Ensino Médio promoveu maior envolvimento, motivação, dedicação dos alunos e ganho de qualidade nas atividades desenvolvidas.

Conclui-se que o objetivo foi atingido ao perceber indícios de um aprendizado significativo junto aos alunos que participaram ativamente deste trabalho. A sequência didática aplicada pode ser indicada como um bom recurso didático aos professores que se interessarem em ministrar aulas diferentes das convencionais. Nesse sentido, espera-se que esse trabalho possa estimular outros professores a pensarem um ensino de Física diferente, criando e produzindo outros materiais potencialmente significativos, capazes de tornar a Física uma disciplina menos temida e seu ensino mais prazeroso.

### Referências bibliográficas

Araújo, I. S., & Mazur, E. (2013). 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.

Ausubel, D.P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York, Grune and Stratton.

Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Bardin, L..(1977). *Análise de conteúdo*. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Rio de Janeiro: Edições 70.

Batista, M. C. (2016). Um estudo sobre o ensino de astronomia na formação inicial de professores dos anos iniciais. Tese de Doutorado. 2016, 183f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

Brasil (2018). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília.

\_\_\_\_\_. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – Inep. Consulta ao Índice de Desenvolvimento da Educação Básica. Disponível em: <<http://ideb.inep.gov.br/>>. Acesso em: 10 Jul.2017.

Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69, pp.970–977.

Fiasca, A. B. A.. (2018). Aplicando Metodologias Ativas e Explorando Tecnologias Móveis em Aulas de Relatividade Restrita no Ensino Médio. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus Macaé, Rio de Janeiro.

Educause, C. (2012). *Things you should know about flipped classrooms*. Retrieved from, 2012.

---

<sup>17</sup> Parceria com empresa de soluções em TI na instalação de roteador wi-fi para uso nas turmas envolvidas neste trabalho.

Fontes, A. S.; Batista, M. C.; Schwerz, R. C., & Ramos, F. P. (2019a). A utilização do smartphone como recurso didático no ensino de física – uma possibilidade de inclusão. *Revista Formação@Docente* - Belo Horizonte - V. 11, N. 2.

Fontes, A. S.; Batista, M. C.; Schwerz, R. C., & Neves, M. C. D. (2019b). A utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação como ferramenta potencializadora no ensino do conceito de Queda Livre. *Ensino, Saúde e Ambiente* – V12 (3), pp. 40-63.

Freire, P. (1992). *Pedagogia da Esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Gavrin, A. Watt, J. X.; Marrs, K., & Blake, R. E. (2004). Just-in-Time Teaching (JiTT): using the web to enhance classroom learning. *Computers in Education Journal*, Port Royal, v. 14. p. 51-60.

Gomes, E. C.; Batista, M. C., & Fusinato, P. A. (2017). O estudo das ondas eletromagnéticas a partir do enfoque cts: uma possibilidade para o ensino de física no ensino médio. *REnCiMa*, v.8, n.1, p.109-125.

Hoffmann, J. (2005). *Pontos e contrapontos: do pensar ao agir em avaliação*. 9ª ed. Porto Alegre: Mediação.

Lage, M. J.; Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, v. 31, p. 30-43.

Mazur, E. (1997). *Peer instruction: A user's manual*. Ed. [S.l.] Prentice Hall, Inc., p. 253.

Mazur, E., & Watkins, J. (2010). Just-in-Time Teaching and Peer Instruction. In: Simkins, S., & Maier, M. (Eds.). *Just-In-Time Teaching: Across the Disciplines, Across the Academy Just-In-Time Teaching*. 1. ed. Sterling: Stylus Publishing, p. 39-62.

Moreira, M. A. (2012). *Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa: aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas*, p. 41.

Novak, G. M. et al. (1999). *Just-in-time teaching: blending active learning with web technology*. [S.l.] Prentice Hall, p. 188.

Saldaña, Paulo. (2017). Quase 50% dos professores não têm formação na matéria que ensinam. *Folha de São Paulo*. Acesso em: 12 de abr. de 2021. <https://www1.folha.uol.com.br/educacao/2017/01/1852259-quase-50-dos-professores-nao-tem-formacao-na-materia-que-ensinam.shtml>

Santos, C. A. B. D., & Curi, E. (2012). A formação dos professores que ensinam física no ensino médio. *Ciência & Educação* (Bauru), 18(4), 837-849.