

# Implementação de metodologias ativas de ensino em uma turma de física básica: um estudo de caso

Implementation of active learning methodologies in a basic physics class: a case study

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

Bruna Schons Ribeiro<sup>1</sup>, Leticia Tasca Pigosso<sup>1</sup>, Dioni Paulo Pastorio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500 - CEP 90650-970 - Porto Alegre, RS. Brasil.

E-mail: b.sribeiro@hotmail.com

(Recibido el 29 de agosto de 2019; aceptado el 4 de noviembre de 2019)

## Resumo

O uso das aulas tradicionais dentro das salas de aula no ensino superior é hegemônico. Habitualmente as aulas são centradas no professor, que transmite mecanicamente seus conhecimentos aos alunos através de aulas exclusivamente expositivas. Comumente os alunos criticam um ambiente onde se problematiza tanto essa metodologia de aula, mas não ocorrem mudanças. Estando em um ambiente de mudanças curriculares nos cursos de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a disciplina de Física Geral I passou pela implementação de dois modelos de metodologias ativas de ensino combinados: o *Just-In-Time Teaching* e a Resolução de Problemas Abertos, além de buscar uma avaliação contínua por meio dessas metodologias desenvolvidas em uma sequência didática específica. A aplicação dessas metodologias teve como objetivos principais tornar os alunos ativos com relação à sua aprendizagem, estimular que eles desenvolvessem criticidade frente aos conteúdos trabalhados e também fomentar a criação de um ritmo de estudo constante. O uso das metodologias ativas de ensino, apesar de ter atingido um número diminuto de alunos, obteve uma avaliação positiva deles, no questionário final aplicado, além de respostas satisfatórias nas tarefas de leitura e de resolução de problemas abertos.

**Palavras-chave:** Ensino de física; Just-in-time teaching; Resolução de problemas abertos.

## Abstract

The use of traditional classes in higher education is hegemonic. Usually classes are centered on the teacher, who mechanically transmits his knowledge to the students through exclusively expositive classes. Students often criticize an emplacement where this methodology is problematized, but there are no changes. Being in a context of curricular changes in Physics courses at Universidade Federal do Rio Grande do Sul, the discipline of General Physics I went through the implementation of two models of active learning methodologies combined: Just-In-Time Teaching and Ill-Structured Problem Solving, besides seeking a continuous evaluation through these methodologies developed in a specific didactic sequence. The application of these methodologies had as main objectives to make the students active in relation to their learning, to stimulate them to develop critical thinking in relation to the contents worked and to foment the creation of a rhythm of constant study. The use of active learning methodologies, despite reaching a small number of students, obtained a positive evaluation from them, in the final questionnaire applied, as well as satisfactory answers in the tasks of Just-in-Time Teaching and Ill-Structured Problem Solving.

**Keywords:** Physics teaching; Just-in-time teaching; Ill-structured problem solving.

## I. INTRODUÇÃO

As aulas ministradas em geral, do ensino fundamental ao superior, são semelhantes: o professor a frente de uma turma sentada em fila, discursando sobre um assunto associado à sua disciplina, apresentando aos alunos o conteúdo em um quadro negro ou por meio de um projetor, e ao final da aula passando uma lista de exercícios para os alunos resolverem. Esse exemplo, discutido acima, é chamado de aula tradicional, inclusive por ser visto independente da área de ensino e do grau de escolaridade, e está bem descrita na literatura (Mazur, 1997, p.9; Vieira, 2014, p.13; Heineck e outros, 2007).

O modelo tradicional aparece também nas aulas de física das universidades brasileiras (Lacerda e Santos, 2018; Vieira, 2014), em que os alunos são comumente expostos a um livro didático que o professor segue rigorosamente, apresentando-o de forma rígida e sequencial, e após um intervalo de tempo, o docente avalia a aprendizagem de seus alunos por meio de uma única prova, a qual apresenta cerca de cinco problemas fechados, os quais encontramos no livro ou em listas adicionais sugeridas pelo docente. Essas questões, no geral, apresentam uma única solução possível, além de exigir pouca reflexão do estudante acerca do que está sendo perguntado; é comum que o aluno foque em memorizar métodos para a resolução das questões, e não no real aprendizado do conteúdo.

As Físicas Gerais<sup>1</sup> normalmente são disciplinas iniciais do curso de Física e apresentam, ao longo dos anos, grande retenção de alunos (Lima Junior, 2013). Além disso, os “poucos” alunos que aprovam nestas disciplinas muitas vezes precisam retornar ao conteúdo quando confrontados por ele em momentos futuros, principalmente por essa forma de avaliação priorizar uma aprendizagem mecânica (Ausubel, 1978), de forma que os conteúdos apresentados não fazem conexões com a estrutura cognitiva dos alunos, exigindo apenas que eles memorizem fórmulas e maneiras de resolver os problemas.

Uma alternativa para buscarmos resultados melhores na aprovação, bem como uma avaliação eficiente a longo prazo está no uso de metodologias ativas. Essas metodologias buscam colocar os alunos como os agentes da sua própria aprendizagem, dando ao professor o papel de mediador desse processo (Lázaro e outros, 2018; Bulgraen, 2010).

São muitas as metodologias ativas propostas para o Ensino de Física, todas com o objetivo de transformar a sala de aula em um ambiente de ação do aluno com o professor, e não mais uma hierarquia de conhecimentos onde o professor é o principal agente e os alunos são receptores passivos (Rodrigues e outros, 2011).

Já frequentes em algumas salas de aula no ensino superior, podemos citar como exemplos de metodologias ativas utilizadas no ensino de Física o *Just-in-Time Teaching*<sup>2</sup> (Novak e outros, 1999), em que os alunos respondem tarefas anteriormente a aula, e o professor planeja suas explicações baseado nas respostas dos estudantes; o *Peer Instruction*<sup>3</sup> (Mazur, 1997), em que o professor apresenta testes conceituais para os alunos responderem e discutirem entre si; o *Team-Based Learning*<sup>4</sup> (Michaelsen e outros, 2004), em que os alunos são divididos em equipes que trabalham coletivamente pela aprendizagem do grupo; o *Project-Based Learning*<sup>5</sup> (Hernández, 1998), em que projetos para resolver problemas reais são utilizados para ensinar conteúdos com base no trabalho cooperativo; dentre outros.

Dentre essas metodologias foram escolhidas duas para o desenvolvimento deste trabalho, a saber: *Just-in-Time Teaching* e *Resolução de problemas abertos de forma colaborativa*.

### A. Just-in-time teaching

O *Just-in-Time Teaching*, ou, em tradução livre, Ensino sob Medida, é uma metodologia ativa de ensino desenvolvida nos Estados Unidos (Novak e outros, 1999). A ideia central desse método é que os alunos realizem, fora da sala de aula, atividades preparatórias a respeito do conteúdo que será trabalhado pelo professor na(s) próxima(s) aula(s). A partir das respostas dos alunos para a atividade proposta, o professor pode elaborar uma aula “sob medida” especificamente para estes, focando a explicação nos conceitos em que a turma apresentou mais dúvidas e despendendo menos tempo naqueles já previamente entendidos.

O *Just-in-Time Teaching* funciona em etapas, como exemplificado na Figura 1. A primeira etapa consiste em o professor encaminhar aos alunos um material de estudo - que pode ser uma seção de um livro, um artigo científico, um vídeo, uma simulação computacional, etc. - e algumas questões que envolvam o conteúdo tratado no material (as questões devem ser, preferencialmente, conceituais). Isso deve ser feito com alguns dias de antecedência da aula, para que os alunos tenham tempo de realizar a atividade, e o professor, analisar as respostas desenvolvidas pelos estudantes para, então, preparar a aula. O professor também deve estabelecer um prazo máximo para que os alunos enviem suas respostas, de forma que ele possa preparar a aula de acordo com as respostas.

<sup>1</sup> As Físicas Gerais são as disciplinas que apresentam os conteúdos básicos da física, como mecânica e energia, que geralmente são os mesmos conteúdos ministrados no Ensino Médio brasileiro, comumente com rigor matemático básico.

<sup>2</sup> Em tradução livre, Ensino sob Medida.

<sup>3</sup> Em tradução livre, Instrução pelos Colegas.

<sup>4</sup> Em tradução livre, Aprendizagem Baseada em Equipes.

<sup>5</sup> Em tradução livre, Aprendizagem Baseada em Projetos.

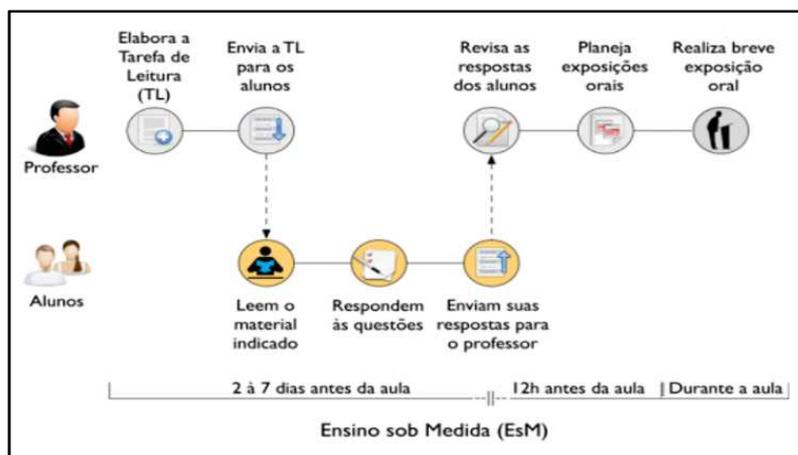


FIGURA 1. Esquema do *Just-in-Time Teaching* (Araujo e Mazur, 2013).

Alguns fatores importantes sobre essas atividades, que a partir deste instante passaremos a chamar de tarefas de leitura (TL) (mesmo que, eventualmente, não haja um texto envolvido) (Novak, 2011):

(i) É indicado o uso de materiais não muito longos, evitando que o aluno despenda mais tempo do que o necessário na tarefa. No caso do uso de textos, até cinco páginas e, no uso de vídeos, que apresentem até dez minutos.

(ii) Não são recomendadas tarefas com mais de quatro ou cinco questões. Como o objetivo é maximizar a aprendizagem do aluno, é importante que ele realize as tarefas de forma dedicada e atenta, o que é menos provável quando as atividades propostas são muito longas e maçantes.

(iii) É importante também que uma das perguntas feitas ao aluno permita que ele dê um retorno ao professor a respeito do seu entendimento da tarefa de leitura, mostrando assim quais foram os pontos em que surgiram dúvidas ou quais foram as questões que geraram mais dificuldades. Assim, fica mais explícito para o professor em que aspectos do conteúdo ele deve focar sua aula, a fim de sanar essas dúvidas específicas.

(iv) Se for decidido atribuir alguma nota a essas tarefas, é recomendável que isso seja feito não avaliando erros e acertos dos alunos, mas sim seu empenho em responder a atividade, visto que os objetivos das tarefas de leitura são: colocar o aluno em contato com o conteúdo previamente à aula e fornecer ao professor um retorno sobre quais são as principais dúvidas dos alunos a respeito do tema proposto; e não avaliar, antes do estudo do assunto em sala de aula, o quanto os alunos sabem ou não sobre o assunto.

Com as respostas em mãos, o professor deve revisá-las e preparar a sua aula com base nelas, como mostra a Figura 1. Assim, ele deve focar naqueles aspectos que não ficaram tão claros para os alunos, e dessa forma otimizar o tempo em sala de aula, sendo esse o principal objetivo do JiTT (Araujo e Mazur, 2013). O professor pode escolher qual metodologia utilizar na sua aula, como aula expositiva, integração com outra metodologia ativa (Mazur e Watkins, 2010), uso de recursos tecnológicos, desde que traga para a sala de aula as questões discutidas na TL.

Precisamos pensar na atividade extraclasses como uma extensão da sala de aula, e não como dois universos separados que não estabelecem nenhum tipo de relação entre si. A aula presencial precisa ser uma continuação do que foi realizado em casa.

Essa metodologia apresenta diversos pontos positivos, mas o mais interessante, no nosso ponto de vista, é a possibilidade de as aulas presenciais se tornarem mais produtivas. Esse é o principal objetivo do *Just-in-Time Teaching*, visto que a partir do momento que o professor toma conhecimento das questões que não foram bem compreendidas pelos alunos, pode focar seus esforços para elucidar esses tópicos; ele sabe exatamente o nível que a turma já conseguiu atingir, quais as dificuldades que ainda persistem, que conteúdos precisam ser abordados mais detalhadamente.

## B. Resolução de problemas de forma colaborativa

No Ensino de Física se dá grande importância à resolução de problemas. Em cada capítulo de um livro didático existem mais de cem perguntas que são denominadas “problemas”. Porém, o uso deste termo nem sempre é adequado. Um problema denota uma situação que deve ser resolvida e para a qual não se possui um caminho direto de resolução, uma situação na qual devemos despender tempo e esforço, caso contrário este problema se torna um exercício, que simplesmente gera o reforço de uma técnica já conhecida (Pozo e outros, 1998).

Contudo, no caso da Física em especial, é comum uma confusão. Ao invés de problemas, fazemos o uso de exercícios nas aulas, nos quais os alunos repetem habilidades ou técnicas que possivelmente foram memorizadas por eles apenas para resolvê-los. Não estamos negando aqui a importância da resolução de exercícios, uma vez que certamente esse é um passo importante para a fixação dos conteúdos e habilidades; o que criticamos é o uso dessa ferramenta como única forma de estudo e avaliação, promovendo apenas o desenvolvimento de “técnicas” para a resolução desses exercícios, e não de fato a aprendizagem crítica dos conteúdos.

Para mudar essa característica das aulas de Física devemos levar em conta nosso contexto e trazer à sala questões que mais facilmente serão vistas como problemas pelos alunos. Para isso, uma alternativa é fazer uso de problemas abertos, nos quais, além de um conhecimento geral, é necessária uma ou mais hipóteses para a construção da resposta (Peduzzi e Peduzzi, 2006).

A principal diferença entre um problema aberto e um problema típico de Física é a informação dada: no problema se dão as condições iniciais, enquanto que em um problema aberto são omitidas uma ou mais informações iniciais necessárias à resolução (Fortus, 2009). Por isso, o problema aberto possibilita mais de uma resposta correta num universo de alunos.

A pluralidade de respostas apresenta-se principalmente porque nem todas, ou mesmo nenhuma condição inicial necessária para resolver o problema é dada - essas condições iniciais podem (e muitas vezes devem) ser hipotetizadas pelos alunos (Oliveira e outros, 2017). Dessa forma, assumindo hipóteses diferentes, se chegará em resultados diferentes.

Atividades envolvendo a resolução de problemas abertos são de extrema importância em um curso de graduação em Física, tendo em vista os tipos de habilidades que elas possibilitam desenvolver (Clement e Terrazan, 2012). Problemas em que não são conhecidos todas as variáveis se aproximam da realidade do “fazer ciência”, em que hipóteses precisam ser formuladas, verificadas e justificadas (Barkovich e Carreño, 2013). Essas atividades também estimulam o poder de raciocínio dos alunos ao exigir que eles pensem que passos podem ou devem seguir para resolver determinado problema, e não apenas reproduzir um roteiro pré-estabelecido para questões que seguem um padrão, sem de fato compreender o que está sendo feito (Picquart, 2008).

Outras duas características importantes desse tipo de atividade são o trabalho colaborativo e a contextualização<sup>6</sup> (Gustafsson e outros, 2014). O trabalho colaborativo auxilia na aprendizagem porque os alunos podem discutir entre si, e para isso precisam desenvolver sua capacidade argumentativa. Além disso, como citam Nardin e outros (2009), “o grupo que trabalha colaborativamente se torna coautor do processo de ensino-aprendizagem, visto que cada membro desse grupo será responsável pela própria aprendizagem e corresponsável pelo desenvolvimento do grupo”. Essa troca de conhecimentos é muito valiosa porque, em geral, os colegas conseguem explicar algum ponto do conteúdo utilizando uma linguagem que é comum a eles (Araujo e Mazur, 2013). Além disso, os alunos, dentro do seu grupo, estão todos hierarquicamente no mesmo nível, abrindo espaço para que as dúvidas sejam colocadas e discutidas, diferentemente do que muitas vezes acontece na relação entre aluno e professor, em que aquele tem dúvidas, mas às vezes por vergonha, medo ou insegurança acaba guardando-as para si.

Sobre a contextualização, esse é um conceito que está sendo mais debatido atualmente, em especial porque ele aparece em alguns documentos oficiais, como as Diretrizes Nacionais Curriculares, mas que já existe há bastante tempo (Kato e Kawasaki, 2011). É um termo que assume mais de um significado, mas o que queremos dizer quando o usamos é que o professor deve trazer para a sala de aula situações que sejam vividas pelo aluno, ou que ao menos cerque a sua realidade. A importância que a contextualização assume para a aprendizagem dos alunos se deve principalmente a dois fatores: o primeiro é trazer acontecimentos sobre os quais os estudantes já possuem algum tipo de conhecimento, mesmo que seja completamente empírico e intuitivo; o segundo é dar sentido real e prático para os assuntos trabalhados em aula, o que legitima os estudos desses temas.

A partir do que foi exposto até aqui, a resolução de problemas abertos deve ser encorajada entre os alunos dos cursos de exatas, de modo que eles possam desenvolver habilidades essenciais para sua futura profissão. Especialmente como professores de Física, apresentando a Física aos seus alunos como algo que exige raciocínio lógico, e não apenas resoluções de exercícios e memorização de equações.

### C. Objetivos

Os objetivos que almejamos alcançar ao aplicar essas metodologias ativas de ensino são:

(i) engajamento dos alunos no seu próprio processo de aprendizagem, tirando-os da passividade comum às aulas tradicionais (Robinson, 2007);

<sup>6</sup> Estes pontos não são regras, mas deixam a atividade mais interessante no sentido da aprendizagem.

- (ii) reflexão por parte dos estudantes sobre os conteúdos trabalhados, distanciando-os de uma aprendizagem puramente mecânica (Erceg e outros, 2013);
- (iii) estímulo à criação de uma rotina de estudos, evitando que os conteúdos sejam revisados apenas na véspera de provas pontuais ao longo da disciplina (Marrs e Novak, 2004);
- (iv) desenvolvimento de capacidades cognitivas que possivelmente não seriam trabalhadas apenas com o uso de atividades avaliativas fechadas e tradicionais, tais como investigação, argumentação, julgamento, criação e avaliação de hipóteses, etc. (Clement e Terrazzan, 2012);
- (v) incentivo para que os alunos tenham um olhar crítico para as situações a que são expostos, inclusive no que diz respeito a acontecimentos cotidianos (Gustafsson e outros, 2014);
- (vi) oportunidade para que os alunos trabalhem em grupo, explorando também suas capacidades de cooperação, argumentação, persuasão e tomada de decisão (Gustafsson e outros, 2014).

Além disso, existe mais um fator relevante que nos levou à adoção deste trabalho, que diz respeito à reprodução das aulas vivenciadas pelos alunos de licenciatura:

*Muitos autores (Carvalho e Gil-Pérez, 1993; Astolfi e Develay, 2002; Westphal e Pinheiro, 2005; Rodrigues e outros, 2009) consideram que há uma forte tendência dos professores a reproduzirem os modelos que vivenciaram durante sua formação acadêmica, assim como uma dificuldade para modificar esses padrões de ensino cristalizados. (Coelho, 2012, p. 1109)*

Se queremos que os alunos de licenciatura de hoje se tornem professores no futuro que não se limitam a dar aulas expositivas, mas sim que explorem toda a capacidade que seus alunos têm de aprender, das mais diversas maneiras, então ele precisa, hoje, como aluno, ter aulas que não são apenas expositivas e que explorem toda a capacidade dele. É incoerente cobrar que um professor seja inovador na sala de aula se toda a sua formação foi predominantemente tradicional. Sendo assim, como queremos formar professores que utilizam diversas metodologias de ensino nas suas aulas e que consigam estimular seus alunos a serem os agentes da aprendizagem, é nosso dever proporcionar a eles aulas neste formato. Este fator esteve subentendido em nossos objetivos devido à incapacidade de a pesquisa a curto prazo determinar se o mesmo foi alcançado.

## II. CONTEXTO DE APLICAÇÃO

O curso de licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) passou por alterações no seu currículo durante o ano de 2017 e implementadas a partir de 2018/1. O desenvolvimento do novo currículo se deu na busca por se adequar à regulamentação curricular dos cursos de licenciatura (Brasil, 2015) e por demandas dos próprios alunos e aconteceu com grande envolvimento dos professores da área de Ensino de Física atuantes dentro do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Com a implantação do currículo surgiu a demanda de novos professores da área de Ensino de Física devido a criação de novas disciplinas.

A admissão de novos professores mostrou o quanto o curso de licenciatura em Física está sendo valorizado pela UFRGS. Esses professores especializados na área de Ensino de Física vieram especialmente para lecionar disciplinas específicas do currículo da licenciatura. Outro fator dessa valorização recorrente foi a reestruturação do Projeto de Apoio à Graduação (PAG) dentro da UFRGS. O projeto trouxe a admissão de 4 bolsistas, que iniciaram seus trabalhos em junho de 2018 para auxiliar os professores na implementação de metodologias ativas em três diferentes disciplinas no segundo semestre de 2018, sendo uma delas a disciplina aqui tratada, Física Geral I.

As atividades foram aplicadas na turma de Física Geral I, destinada aos alunos de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Essa turma possui um aspecto relevante pois seria a primeira turma de Física Geral I para os alunos da licenciatura após a mudança do currículo da Licenciatura em Física. Essa mudança afetou a disciplina pois ela apresentou novos pré-requisitos, além de passar a ser uma disciplina cursada no segundo semestre - antes ela era realizada no primeiro.

O número de alunos se mostrou reduzido devido a retenção ocorrida na Licenciatura em Física nos pré-requisitos. Dessa forma, a disciplina foi iniciada com 12 estudantes, dentre eles 5 licenciandos e 7 bacharelandos.

Foi desenvolvido e aplicado um questionário inicial não obrigatório aos alunos e não identificável <<https://drive.google.com/file/d/1k2v1NcrSt0CaAGndhUgftdA0PSLIEfnt/view?usp=sharing>>, disponibilizado na plataforma Moodle <<https://moodle.ufrgs.br/>>. Com ele buscamos identificar quais as concepções dos alunos quanto a avaliações e a sua afinidade com tecnologias, além do seu contato com metodologias ativas, de modo a auxiliar e balizar a sequência didática da disciplina.

Um total de oito alunos responderam a esse questionário. A turma possui uma média de 21 anos de idade, além de maioria de alunos com ingresso no ano de 2018. O questionário, ao buscar analisar a afinidade que os alunos possuem com o uso de tecnologias, resultou em duas frentes opostas: (i) sobre o uso de redes sociais e pesquisas, enfaticamente, a maioria faz uso das tecnologias; (ii) sobre a utilização de editores de texto e slides, além de softwares matemáticos, uma minoria tem conhecimento e utiliza.

Quanto ao uso de tecnologias em sala de aula, todos os estudantes acreditam que o uso destas pode proporcionar um efeito positivo em suas aprendizagens. Inclusive um dos estudantes relata o uso de softwares matemáticos em sala, como citado pelo aluno X1 *“ajudou imensamente e principalmente nessa área onde o laboratório é o universo e devido à velocidade dos acontecimentos e tamanho do mesmo as probabilidades de presenciar um fenômeno como uma colisão de galáxias é muito pequena”*. É interessante perceber que eles já têm uma visão da importância do uso de tecnologias em sala de aula, mesmo estando no começo do curso. Assim, os alunos podem aproveitar melhor os benefícios que elas oferecem, tanto atualmente como alunos, quanto futuramente como professores.

### III. METODOLOGIA DE TRABALHO

Como já destacamos anteriormente, escolhemos utilizar como metodologia o Ensino Sob Medida. Traçando-o para as aulas com uma frequência determinada, como ilustrado na Figura 2, buscamos a adequação dos alunos ao estudo anterior à aula, além de mapear os resultados das questões e otimizar o tempo em sala de aula.

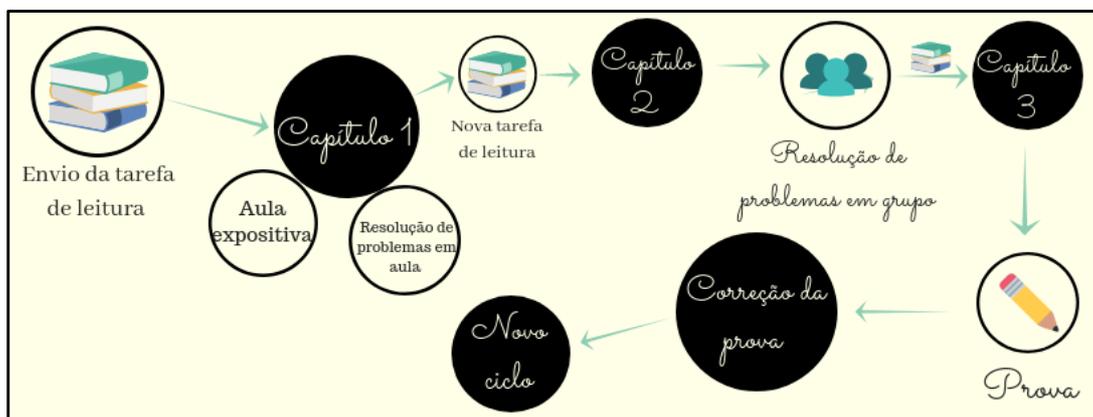


FIGURA 2. Esquema do calendário da turma.

Além disso, foi usado a resolução de problemas abertos em equipes buscando o reforço da importância do trabalho em grupo na construção científica e a aproximação dos alunos com a busca de respostas a partir de geração de hipóteses. Visando também a familiarização dos alunos com simulações computacionais, foram desenvolvidas tarefas de problemas que deveriam ser respondidos com o auxílio de simulações.

Portanto, a partir dessas múltiplas tarefas, buscamos focar na avaliação constante dos alunos, evitando uma avaliação espaçada, concentrada apenas em três provas que abrangem, cada uma, um terço do conteúdo do semestre. Desta forma, usamos a participação nas tarefas de leitura, as respostas das resoluções de problemas e das tarefas de simulação computacional como forma de avaliação. Porém, o plano da disciplina prevê ainda a aplicação de três provas. Assim, foram desenvolvidas três diferentes tipos de avaliação independentes da prova que, na nota final, apresentaram equivalência a uma quarta prova. Foram realizadas dez tarefas de leitura, três atividades computacionais e seis tarefas de resolução de problemas.

O contato com os alunos extraclasse se deu por meio da plataforma Moodle da Universidade. Esta plataforma, como mostra a Figura 3, nos permite a disponibilização de textos, links, arquivos e tarefas a serem enviadas pelos alunos (Figura 3 (b)). Ela é disponibilizada a todos os alunos e permite que o professor compartilhe a sua turma com todos os matriculados na disciplina. Disponibilizamos no Moodle as tarefas de leitura, as atividades computacionais, assim como as datas de avaliações e arquivos com um modelo de respostas das mesmas (esse arquivo era disponibilizado apenas depois do prazo de entrega das atividades). Dessa forma, foi possível organizar uma resposta direta e clara aos alunos quanto às atividades realizadas, tanto em sala de aula quanto fora dela.

The image shows two side-by-side screenshots from a Moodle LMS interface. The left screenshot (a) displays 'DATAS IMPORTANTES!' with a list of dates and activities for a physics course, such as '24/08 - Tarefa de grupo sobre movimento' and '27/08 - 1ª atividade de resolução de problemas'. Below this is a section for 'Questões a serem entregues nos dias das provas' listing specific problems from chapters 2, 3, and 4 of Halliday's textbook. The right screenshot (b) shows a 'Questário' (Quiz) for 'Tarefa de Leitura 5 - Força'. It displays 'Questão 4' as 'Completo' with a score of 1.00. The question asks the student to describe the most difficult points in the task. The student's response is: 'Eu AMEI a leitura adicional, li todas as páginas bem feliz, inclusive havia lido tudo e perdido o tempo do prazo do trabalho - já que eu comeci a ler 23h e pouco do último dia para fazer a tarefa -, gostaria que tivessem mais leituras adicionais que sejam optativas desse tipo. VALEUUUU'. A green comment box follows, thanking the student and encouraging more text. At the bottom, a 'Histórico de respostas' table is partially visible with columns for 'Passo', 'Hora', 'Ação', 'Estado', and 'Pontos'.

FIGURA 3. (a)Página da disciplina no Moodle; (b)Resposta dos alunos à tarefa.

O feedback dado aos alunos está ilustrado também na Figura 3 (b), onde buscamos dar uma resposta rápida aos alunos, sempre com retorno direto na plataforma. Essa resposta em um curto prazo é importante por dar um *feedback* ao aluno do seu desempenho, permitindo que ele reforce determinado ponto que ainda não está muito claro para ele, e também para que ele possa perceber que o trabalho é valorizado e que sua participação nas atividades da disciplina é relevante. Além de utilizá-lo como base para resolver próximas atividades, uma vez que, sabendo o que acertou e o que errou, é provável que ele repita os acertos e evite os mesmos erros.

#### A. Instrumentos de coleta de dados

Para a coleta de dados, utilizamos dois instrumentos: dois questionários, um aplicado ao início da disciplina e um ao final e as respostas das tarefas de leitura.

O questionário inicial foi feito com o intuito de direcionar nossas atividades, buscando as demandas dos alunos quanto às avaliações e à sua familiaridade com a metodologia proposta. O questionário final <[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScB2T9G3RcyEhprO6LJEJe\\_ox0Mxpg\\_8jx1qPKnMWA1Myorg/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScB2T9G3RcyEhprO6LJEJe_ox0Mxpg_8jx1qPKnMWA1Myorg/viewform)> foi construído com a finalidade de analisar a disciplina por meio da visão dos alunos, na busca de demandas e sugestões para alterações futuras.

Algumas características da nossa pesquisa nos levam a classificá-la como um estudo de caso. A seguir, encontra-se uma breve definição:

*Um estudo de caso pode ser caracterizado de acordo como um estudo de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa, ou uma unidade social. Visa conhecer em profundidade o seu “como” e os seus “porquês”, evidenciando a sua unidade e identidade próprias. É uma investigação que se assume como particularística, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico.* (Fonseca, 2002, p. 33-34)

O fato de selecionarmos somente um objeto permite obter a seu respeito uma grande quantidade de informações. O pesquisador não pretende intervir sobre o objeto, mas revelá-lo tal como ele o percebe. O estudo de caso apresenta deste modo, uma forte tendência descritiva.

Podemos perceber características desse tipo de pesquisa que se assemelham bastante com o nosso trabalho, como a existência de uma entidade bem definida (a turma de Física Geral I de 2018/2), além da consciência de que o nosso caso é, por diversos motivos, único (mudança curricular no curso, reestruturação da disciplina, turma extremamente heterogênea), dentre outros aspectos. Passamos agora para a análise dos resultados.

## IV. RESULTADOS

Os resultados analisados neste trabalho foram originados de duas formas: parte destes veio por meio das atividades realizadas, sendo elas as tarefas de leitura, as tarefas de resolução de problemas e as atividades computacionais (respostas dos alunos). Outra parte emergiu da análise do questionário final. Como já destacamos, se trata de um questionário anônimo que os alunos responderam ao término da disciplina, pensado especialmente para que eles pudessem opinar sobre o que acharam das atividades e da sequência

apresentada. O questionário foi construído visando a avaliação de cada tarefa em separado, mas também da disciplina como um todo; ele apresentava questões dissertativas e questões de escala de concordância (Heidemann, 2015).

A ideia aqui é analisar cada uma das atividades propostas, com o objetivo principal de investigar como cada uma das metodologias ativas utilizadas foram compreendidas pelos estudantes. Mas também queremos discutir nos resultados que cada um dos objetivos propostos foram atingidos, proporcionando, dentre outros aspectos, um ritmo de estudo contínuo para os estudantes e também uma avaliação contínua e adequada às necessidades da turma em específico. Dessa forma, os resultados serão apresentados em separado para cada metodologia, apresentando algumas das perguntas e respostas dissertativas mais relevantes, assim como a análise dessas.

### A. Tarefas de leitura

Como já destacado na seção anterior, as tarefas de leitura consistiam em atividades do tipo extra classe, as quais os estudantes deveriam desenvolver antes da aula, para que o professor, munido das respostas, pudesse construir uma aula que contribui de maneira significativa para a solução das dúvidas mais enfáticas que surgissem das respostas apresentadas (Araujo e Mazur, 2013, Formica e outros, 2010, Gavrín e outros, 2004).

Neste trabalho, dividimos o número de tarefas de leitura pelo número de capítulos do livro texto referência da disciplina<sup>7</sup>. Assim, tivemos um total de dez tarefas de leitura desenvolvidas. O prazo máximo de envio dessas atividades era de 48 horas, afinal, as mesmas eram construídas para serem realizadas em pouco tempo, nunca excedendo trinta minutos.

É importante salientar que, como as tarefas de leitura são aplicadas antes do conteúdo em sala de aula, é fundamental que elas tenham uma proximidade com a realidade dos estudantes, uma vez que facilita a participação deles sem terem estudado o conteúdo alguma vez.

No intuito de avaliar como se deu a aplicação, bem como visualizar e analisar o entendimento dos estudantes acerca dessa atividade, analisamos três questões presentes no questionário final. A partir da análise das respostas encontradas nesses questionamentos, categorizamos aquelas que se aproximavam, emergindo algumas categorias que são discutidas abaixo. Também faremos uso de algumas expressões que exemplificam o uso das mesmas, as quais foram extraídas das respostas dos alunos.

Iniciamos essa etapa pela questão que destaca:

*Q1 Quais as funções das tarefas de leitura realizadas antes das aulas?* O objetivo proposto através deste questionamento é identificar se os estudantes compreenderam o objetivo das tarefas de leitura. Da análise realizada, podemos perceber que todos os estudantes, enfaticamente, destacam a importância das tarefas de leitura para problematizar o conteúdo e proporcionar uma aula mais dinâmica, balizada nas dúvidas que tiveram durante a realização da tarefa. As frases abaixo são retiradas dos alunos X1, X2 e X3 e expressam bem essa caracterização:

TABELA I. Resposta dos alunos à Q1 a respeito das tarefas de leitura.

<b>Aluno X1</b>	“Dar uma noção para o aluno sobre o que ele está por aprofundar, o que de certa forma também pode criar um hábito de estudo para a disciplina.”
<b>Aluno X2</b>	“Preparar o aluno para a aula e ajudar o professor a desenvolver o conteúdo a ser dado.”
<b>Aluno X3</b>	“Uma prévia do conteúdo que será estudado e ajuda o professor a focar nos erros mais marcantes da turma como um todo.”

Pela resposta do aluno X1, podemos estabelecer uma relação com o objetivo (iii), sobre a criação de uma rotina de estudos.

Com o objetivo de encontrarmos as vantagens e desvantagens das tarefas de leitura, indagamos os alunos com o seguinte questionamento:

*Q2 Aponte as vantagens e desvantagens das tarefas de leitura realizadas antes das aulas.* A partir das respostas encontradas, faremos uma divisão na análise. Abordaremos as vantagens e desvantagens de maneira separada. Maciçamente, percebemos uma inclinação no apontamento das vantagens, mas, mesmo em minoria, algumas desvantagens foram encontradas. Quanto a vantagens, da análise emergiram duas categorias: “aluno” e “professor”. Essas características podem ser demonstradas nos extratos abaixo, retirados das respostas dos alunos X2 e X3, nos quais destacam:

<sup>7</sup>Halliday, D.; Resnick, R. e Walker, J. (2009). *Fundamentos de física*. Rio de Janeiro: LTC.

TABELA II. Resposta dos alunos à Q2 a respeito das tarefas de leitura e categorias encontradas.

	<b>Categoria Aluno</b>		<b>Categoria professor</b>
	Está relacionada diretamente às vantagens associadas ao trabalho dos alunos na disciplina. Isso inclui o estudo prévio acerca do tema que será abordado em aula, o aprofundamento antes da aula, a relação com o seu cotidiano e a aula mais dinâmica.		Aborda exclusivamente as vantagens para o docente na perspectiva do discente. Segundo os estudantes, essas tarefas de leitura podem ajudar na preparação de uma aula mais coerente, otimizando o tempo sobre as necessidades mais evidentes da turma.
Aluno X2	“Davam uma noção prévia sobre o assunto futuramente trabalhado em aula, fazia com que eu me questionasse sobre os meus entendimentos sobre diferentes partes da matéria trabalhada, inclusive me influenciando a ler mais, quando eu tinha pouca segurança das minhas respostas.”	Aluno X1	“Ter já uma ideia do assunto que será desenvolvido em aula, além de ajudar o professor a planejar a aula.”
Aluno X3	“Ter alguma base do conteúdo que será apresentado e ir com dúvidas prontas para aula.”		

Essas respostas nos indicam que o objetivo (i), que trata sobre o engajamento dos alunos no seu próprio processo de aprendizagem, e o objetivo (ii), que trata sobre a reflexão sobre os conteúdos trabalhados, foram alcançados. Além disso, é possível identificar, pela categoria aluno explicitada na Tabela II, que os alunos foram capazes de entender o propósito de incluir as tarefas de leitura na disciplina, principalmente na resposta do aluno X2, que pontuou a influência para um estudo prévio e ao surgimento das dúvidas antes da aula, também pontuado pelo aluno X3.

No que concerne a desvantagens, o que encontramos nas respostas foi principalmente associado à escassez de tempo para a resolução. Segundo os estudantes, o intervalo de 48 horas se tornou curto demais, devido a carga de trabalho proveniente de outras disciplinas, dificultando assim a entrega de todas as tarefas apresentadas.

É perfeitamente compreensível que tenhamos esse resultado, uma vez que dificilmente os alunos estão habituados com esse tipo de prática. Mas destacamos que as tarefas foram construídas de modo a tomar cerca de 15 a 30 minutos dos alunos para respondê-las, sendo que na maioria das vezes as atividades envolviam vídeos e atividades computacionais, o que, no geral, torna a resolução mais rápida do que a leitura de um texto. Em contrapartida a esse resultado, em algumas tarefas foram colocados artigos relacionados ao assunto como um material extra; e, mesmo com o curto intervalo de tempo, os alunos mostraram interesse por este tipo de material, de modo que buscamos continuar com essa forma de introdução de artigos acadêmicos devido a respostas como “*Eu AMEI a leitura adicional [...] gostaria que tivessem mais leituras adicionais que sejam optativas desse tipo.*”, além de haver pedidos anteriores a materiais de leitura, como podemos ver na resposta de uma tarefa anterior a esta: “*Achei uma atividade bem tranquila, apesar de que gostaria se estivesse inserido nela mais algum material de leitura*”.

Por fim, sobre a estrutura das tarefas de leitura, destacamos que muitos dos vídeos utilizados mostravam situações da vida real, tal como competições esportivas e algumas cenas de filmes para que, nas respostas, eles fossem capazes de mostrar o que eles entendiam dos movimentos apresentados. Com relação a esta questão, diversos autores (Araujo e Mazur, 2013; Marrs e outros, 2003) recomendam que as tarefas de leitura, em inglês chamadas de “Warm Up Exercises”, sejam relacionadas a um conteúdo escrito. O uso de vídeos, porém, nos permitiu apresentar aos alunos o conteúdo de forma a relacionar com as demais áreas, não se restringindo à Física.

Esse aspecto foi reconhecido pelos alunos, como podemos ver na resposta de uma tarefa de leitura que mostrava um vídeo sobre o esporte Crossfit: “*Acho que os termos que eu utilizei não foram os mais corretos. Pensei muito em relações biológicas na primeira pergunta, impressionante como durante o meu ensino médio eu não me dava conta dessa interdisciplinaridade...*”. O termo “interdisciplinaridade”, que apareceu nessa resposta, assim como a contextualização, tem aparecido muito atualmente, em especial por ser discutido nas Diretrizes Curriculares Nacionais. Nós buscamos trazer para as tarefas situações do cotidiano dos alunos (Gustafsson e outros, 2014), que em geral não estão diretamente relacionados com Física, possibilitando uma relação com as demais áreas do conhecimento. Dessa forma, concluímos que conseguimos atingir o objetivo (v).

A forma abordada permitiu o surgimento de questões que não eram esperadas, como por exemplo a pergunta a qual pedia para classificar algumas grandezas em vetorial ou escalar: “*Eu tenho um dúvida sobre o tempo ser ou não escalar ou vetorial: se falarmos de movimentos, etc., ele é considerado escalar,*

porém se lembrarmos da Entropia, falaremos da "seta do tempo", nesse caso seria o tempo um vetor?". Assim, fomos capazes de saciar dúvidas que provavelmente não seriam abordadas em uma aula tradicional, além de obter um espaço propício a conexão entre áreas, natural da Física.

## B. Resolução de problemas abertos

As tarefas de resolução de problemas abertos, baseadas na metodologia do *Problem-Based Learning* (Barrows, 1996), foram realizadas em grupos de até três alunos durante o tempo de aula, em sala; os alunos deveriam entregá-la ao final da aula, independente da finalização da tarefa. Elas apresentaram de três a quatro questões preferencialmente - porém não exclusivamente - abertas e comumente relacionadas a alguma situação do cotidiano. Foram divididos dois ou três capítulos do livro texto referência da disciplina para cada tarefa, de modo que totalizaram cinco tarefas de resolução de problemas.

No intuito de avaliar a aplicação e o entendimento dos estudantes acerca desta atividade, serão aqui avaliadas duas questões realizadas no questionário final. Esta análise permitirá a categorização das respostas. Faremos uso de algumas expressões que exemplificam as categorias analisadas, extraídas das respostas dos alunos.

A primeira questão analisada destaca:

*Q1 Aponte as vantagens e desvantagens das Tarefas de Resolução de Problemas abertos.* Esta questão busca avaliar se os alunos compreenderam o objetivo da inclusão deste tipo de tarefa no plano de trabalho da disciplina, além de analisar a funcionalidade da aplicação. Das respostas apresentadas neste ponto não houve padrão, apesar de todos os alunos realizarem pontuações semelhantes, referentes principalmente ao incentivo à interpretação dos problemas e à busca de uma resolução para estes, sem o uso de táticas prontas. Este fator está exemplificado nas frases abaixo, retiradas das constatações dos alunos X1, X2 e X3:

**TABELA III.** Resposta dos alunos à Q1 a respeito da resolução de problemas abertos.

	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Aluno X1	“Apresentam desafios novos e nos obrigam a pensar ao invés de só reproduzirmos o que já vimos.”	“Algumas delas eram muito difíceis para serem resolvidas por completo no espaço de tempo determinado. Elas são mais interessantes quando feitas em grupo que individualmente. E também seria legal se elas fossem explicadas no início do ano, porque foi bem confuso entender que não existia um resultado objetivo.”
Aluno X2	“Desenvolver a interpretação de problemas pelos alunos.”	“Algumas foram muito longas para serem concluídas em aula.”
Aluno X3	“Vantajoso para estimular as diversas formas de entender um problema e mostrar também os passos necessários e informações prévias que precisamos determinar antes de realizar esses problemas.”	“Raras situações de problemas abertos demais, onde o aluno demora mais tempo para entender o problema e tentar decidir os valores de referência e valores assumidos do que na realização e resolução em si.”

É importante analisarmos também se houveram fatores que não agradaram os estudantes em relação a este tipo de tarefa. Logo, algumas desvantagens também estiveram presentes nas respostas, e neste caso foi concordância para todos os alunos o alto nível de dificuldade das atividades em pouco tempo de aula como as desvantagens principais deste tipo de tarefa, como podemos notar na Tabela III, na coluna onde estão apontadas as desvantagens. Interpretamos que é comum este tipo de resultado, principalmente pelo fato de não haver familiaridade com este tipo de problema (Wood, 1994). Apesar da falta de experiência com essas atividades, constatamos ao longo da disciplina que o número de questões propostos em cada atividade de resolução de problemas, estava alto com relação ao tempo, de modo que o diminuimos ainda durante o semestre.

Também houve o fator da abertura dos problemas, que constou como desvantagem pontuada por alguns alunos. Quando o problema se apresentava demasiado aberto, acarretava novamente na desvantagem citada acima, relacionada ao tempo de aula ser muito curto, devido principalmente ao fato de que os problemas abertos exigem diversas etapas para sua resolução, como Gil e outros (1992) destacam em seu método alternativo, consequentemente demandando maior tempo para sua resolução em comparação aos problemas com resolução mecânica (Peduzzi, 1997). A resposta do aluno X3 quanto às desvantagens, situada na Tabela III, exemplifica essa constatação.

Em uma tarefa de resolução de problemas abertos específica, tentamos a abordagem da resolução individual dos problemas, em busca de solucionar a inatividade de alguns alunos nas soluções. Com o objetivo de analisar esta abordagem, inserimos o seguinte questionamento:

*Q2 Você acredita que a produtividade destas tarefas foi maior em grupo ou individualmente? Por*

quê? Esta questão apresentou unanimidade entre os alunos, todos consideraram as tarefas mais produtivas em grupos. Essa questão enfatiza o que foi discutido na seção 4-B deste trabalho, sobre a importância do trabalho colaborativo; dessa forma, obtivemos evidências de que sim, as atividades se tornam mais produtivas em grupos. Além disso, mostra que o objetivo (vi) do trabalho, que trata sobre o desenvolvimento de capacidades como cooperação e persuasão, também foi alcançado. Porém, quanto ao motivo disso, houve diferentes respostas, dentre elas podemos destacar os alunos que se viram desconfortáveis quanto ao tempo na atividade individual, como o aluno X1, e como o aluno X2 que vê que, além da maior produtividade, o trabalho em grupo reforça a habilidade de trabalhar socialmente, fator também pontuado pelo aluno X1, como podemos notar na Tabela IV.

**TABELA IV.** Resposta dos alunos à Q2 referente às tarefas de resolução de problemas abertos.

<b>Aluno X1</b>	“Em grupo, individualmente só serviu para baixar a autoconfiança e dar aquele desespero em função do tempo e de não estar preparado para entregar. Era mais tranquilo pensar em grupo, além de ser mais fácil de aprender e raciocinar.”
<b>Aluno X2</b>	“Em grupo com certeza, ajuda a trabalhar em grupo e a saber falar e ouvir os colegas.”
<b>Aluno X3</b>	“Em grupo acho mais produtivo, porém direcionado pelo professor para que não haja simples divisão de exercícios e nenhum diálogo entre o grupo.”

O aluno X3 não pontuou um motivo específico para sua preferência, porém demonstrou que reconhece o problema detectado pelo professor nas tarefas em grupo, em que o trabalho acabava sendo simplesmente dividido. Para superar isto, ele sugere que as atividades ocorram com o auxílio direto do professor, como podemos ver na frase abaixo:

Das respostas pontuadas na Tabela IV e levando em conta os padrões de respostas, podemos perceber que os alunos consideram que as tarefas de resolução de problemas abertos apresentam um nível de dificuldade e exigência elevado, mas que apesar disso elas foram importantes para mostrar como os problemas na Física são mais amplos do que eles estavam acostumados a trabalhar em sala de aula (Peduzzi, 1997). Os alunos também pontuaram o fato de perceberem como essas questões estão inseridas na nossa realidade, no nosso cotidiano, cumprindo assim o objetivo didático proposto de trazer problemas com certa relevância aos alunos:

*Para a definição dos assuntos/situações a serem tratados é necessário que haja um equilíbrio por intermédio do qual se leve em conta tanto as necessidades e os interesses mais imediatos dos alunos, estabelecidos por um processo claro e organizado, quanto a necessidade de se compreender um conjunto mínimo de tópicos básicos da própria Física. Para se estabelecer este conjunto de tópicos, é necessário avaliar, simultaneamente, a importância relativa deles no âmbito da estrutura conceitual da Física e a sua relação com a vivência no mundo contemporâneo. (Clement e Terrazzan, 2012, p. 104)*

Além disso, podemos ver que os alunos entenderam bem o propósito da inclusão desta tarefa na disciplina, como pontuado nessa resposta “[As atividades de resolução de problemas abertos] Apresentam desafios novos e nos obrigam a pensar ao invés de só reproduzirmos o que já vimos.” Esta resposta nos remete à fuga da metodologia tradicional de ensino, onde o aluno coloca a metodologia utilizada como fonte de desafios e situações às quais ele não estava habituado, além de citar a não reprodução de conteúdos, fator que é recorrente nas salas de aula tradicionais.

Dessa forma, fomos capazes de atingir um dos principais objetivos deste trabalho, que buscava trazer à vivência dos alunos um método de ensino diferente do tradicional, trazendo reflexão a respeito das tarefas feitas e do conteúdo discutido, assim como o desenvolvimento de capacidades como investigação e observação, sendo eles os objetivos (ii) e (iv), que podem ser lidos como atingidos em termos desta resposta.

### C. Atividades computacionais

As atividades computacionais tinham como propósito incentivar os alunos a utilizarem simulações computacionais como recursos didáticos. Para isso, foram construídas tarefas para resolução em casa com cerca de seis questões cada que pediam o uso da simulação selecionada para sua resolução. Para cada uma dessas atividades foi dado um prazo de, no mínimo, quinze dias.

Com o intuito de analisar se o objetivo da inclusão dessas tarefas foi atingido, além de buscar a análise da aplicação, realizamos um questionamento de caráter dissertativo, além de cinco questionamentos de caráter de concordância. Para avaliar principalmente a aplicação da tarefa, vamos analisar a questão:

Q1 Aponte as vantagens e desvantagens das Atividades Computacionais. A análise das respostas em questão trouxe diferentes pontos vantajosos das atividades computacionais. As principais foram o uso de ferramentas necessárias ao futuro profissional e a realização de problemas com o uso das representações. Essa constatação nos mostra que os alunos reconheceram o objetivo pretendido com o uso desta atividade, e elas estão exemplificadas nas frases abaixo, dos alunos X1 e X2:

TABELA V. Resposta dos alunos à Q1 referente às tarefas de atividades computacionais.

	Vantagens	Desvantagens
Aluno X1	“Algumas eram bem interessantes e envolviam tanto a parte manual (realizar contas baseadas em resultado obtidos no simulador); bastante tempo para a resolução.”	“Algumas caíram em momentos ruins do ano, principalmente por serem muito extensas e não serem tão "legais". Essa última foi bastante chatinha e caiu bem próxima aos trabalhos finais...”
Aluno X2	“Maior contato com coisas que inevitavelmente teremos de mexer futuramente, junto a uma melhor representação de alguns conteúdos.”	“No manuseio das ferramentas que às vezes são difíceis.”
Aluno X3		“Demandam tempo.”

Ao citar as desvantagens das atividades computacionais surgiram duas categorias associadas, sendo elas:

*Tempo:* Por ser uma atividade com prazo longo, as mesmas apresentavam cerca de seis questões com itens em cada uma, o que torna a atividade longa. Surgiu, portanto, a demanda de tempo como uma desvantagem da atividade. Além disso, a carga de trabalho das demais disciplinas e a prioridade dos alunos quanto às mesmas, tornaram como um agravante a esta demanda, principalmente pelo fato de que algumas foram propostas em períodos de prova. As afirmações dos alunos X1 e X3, nos extratos da Tabela V, demonstram essas constatações.

*Simulação:* A segunda categoria que emergiu do questionário foi a dificuldade em manusear as simulações computacionais. Esse ponto pode ser visto como desvantagem para alguns alunos que não se encontram habituados com o uso de simulações, principalmente de modelos didáticos. Pontuamos isso pois a maioria das simulações computacionais foram retiradas do software PhET <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)>, que foi desenvolvido pela Universidade de Colorado e é usado no mundo todo (Wieman e outros, 2008). Dessa forma, a dificuldade do manuseio da simulação surge das demandas das questões que, muitas vezes, pediam a aproximação de alguns dados a partir da simulação. Esse fator pode ser exemplificado pela resposta do aluno X2 quanto às desvantagens, situada na Tabela V.

Em resumo, os resultados que obtivemos ao aplicar as metodologias ativas de ensino que escolhemos nesse contexto específico foram extremamente positivos. Podemos perceber, através das respostas dos alunos ao questionário, que todos os objetivos propostos no início do trabalho foram atingidos, e que os alunos conseguiram perceber a importância dessas atividades no seu processo de aprendizagem, principalmente no que está associado ao desenvolvimento de um ritmo de estudos constante.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando analisamos os resultados do trabalho percebemos que, apesar do número reduzido de alunos que fizeram a disciplina, obtivemos uma visão positiva das atividades recorrentes por parte deles. Eles se mostraram interessados e, sempre que possível, realizaram as atividades propostas. A carga das outras disciplinas e o nível de importância dado para cada disciplina do currículo, porém, deixaram a receptividade da turma a desejar, obtendo, em alguns momentos, poucas respostas às tarefas.

A aplicação do *Just-in-Time Teaching* mostrou uma aceitação geral dos alunos, visto que eles observaram a otimização do tempo em aula e um ponto positivo no contato prévio com o conteúdo. Além disso, eles mostraram ter adquirido algum conhecimento com as tarefas de resolução de problemas abertos em grupo, apesar das inquietações quanto a dificuldade das tarefas e ao pouco tempo inicialmente cedido pelo professor. A utilização das atividades computacionais mostrou uma aceitação razoavelmente baixa, principalmente devido ao tempo que deveria ser despendido em sua realização. Apesar disso, os alunos apresentaram pontos positivos, como a introdução às simulações computacionais.

Aplicações em sala de aula muito raramente saem como planejado, e isso é completamente normal, visto que o trabalho com pessoas, nesse caso estudantes, sempre permite uma gama incontável de possibilidades, pelo simples fato de não termos o controle de todas as variáveis envolvidas. Nesse sentido, os alunos apontarem algumas desvantagens ou problemas de aplicação em determinadas atividades não nos

indica que nosso planejamento não deu certo. Principalmente porque, mais do que pontos negativos, os alunos citaram no questionário vários pontos positivos, inclusive demonstrando que eles compreenderam bem os objetivos da implementação das metodologias ativas na disciplina. E são esses pontos positivos que nos mostram que, apesar de algumas falhas de percurso - as quais podem e devem ser corrigidas para uma próxima aplicação - a proposta como um todo apresentou resultados muito satisfatórios.

O trabalho aqui feito é um exemplo de aplicação de metodologias ativas dentro da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para os alunos de Física. As atividades descritas nesse artigo podem ser adaptadas e seguidas <<https://drive.google.com/file/d/1yggo5Y3ak-ZkQI1dQFJTbZlJInYEjB1u/view?usp=sharing>>. Mostramos ainda que, mesmo para uma turma em que há poucos alunos e pouco contato entre eles, a turma evoluiu e se mostrou interessada nas atividades propostas, além de terem visto com um olhar diferente a avaliação feita em aula. Por isso, esse trabalho pode ser importante no papel de incentivar outros professores ao uso de metodologias ativas, principalmente a importância de aplicá-las no ambiente acadêmico, onde a receptividade da comunidade é maior e onde podemos difundir nossos resultados, de forma a diminuir os erros cometidos ao longo das tentativas propostas no ambiente educacional brasileiro.

## REFERÊNCIAS

Ausubel, D.P., Novak, J.D. e Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt Rinehart and Winston.

Araujo, I. S. e 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*, 30(2), 362-384.

Astolfi, J. P. e Develay, M. (2002). *A didática das ciências*. Campinas: Papirus.

Barrovich, M. e Carreño, A. (2013). Un modelo para la distribución de semáforos en una calle como problema integrador en los cursos introductorios de las carreras de Ingeniería. *Latin American Journal of Physics Education*, 7(1), 63-67.

Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions For Teaching And Learning*, 1996(68), 3-12.

Brasil. Resolução nº 2, de 01 de julho de 2015. C.N.E. *Diretrizes Curriculares Nacionais Para A Formação de Professores*.

Borges, O. (2006). Formação inicial de professores de Física: Formar mais! Formar melhor! *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 28(2), 135-142.

Bulgraen, V. C. (2010). O papel do professor e sua mediação nos processos de elaboração do conhecimento. *Revista Conteúdo*, 1(4), 30-38.

Carvalho, A. M. P. e Gil-Pérez, D. (1993). *Formação de professores de Ciências: tendências e inovações*. São Paulo: Cortez.

Clement, L. e Terrazzan, E. A. (2012). Resolução de problemas de lápis e papel numa abordagem investigativa. *Revista Experiências no Ensino de Ciências*, 7(2), 99-117.

Coelho, S. M., Rodrigues, C. R. de, Ghisolfi, E. S. e Rego, F. A. do. (2012). Um exemplo prático de atividades metacognitivas aplicadas na formação de professores de física com base na pesquisa didática. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 29(3), 1108-1120.

Erceg, N., Aviani, I. e Mesic, V. (2013). Probing students' critical thinking processes by presenting ill-defined physics problems. *Revista Mexicana de Física*, 59(1), 65-76.

Fonseca, J. J. S. (2002). *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC.

Formica, S. P., Easley, J. L. e Spraker, M. C. (2010). Transforming common-sense beliefs into Newtonian thinking through Just-In-Time Teaching. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*,

6(2), 020106.

Fortus, D. (2009). The importance of learning to make assumptions. *Science Education*, 93(1), 86-108.

Gavrin, A., Watt, J. X., Marrs, K. e Blake, R. E. (2004). Just-in-Time Teaching (JiTT): using the web to enhance classroom learning. *Computers in Education Journal*, 14(2), 51-60.

Gil, D., Torregrosa, J. M., Ramírez, L., Carrée, A. D., Gofard, M. e Carvalho, A. M. P. de. (1992). Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 9(1), 7-19.

Gustafsson, P., Jonsson, G. e Enghag, M. (2014). The problem-solving process in physics as observed when engineering students at university level work in groups. *European Journal Of Engineering Education*, 40(4), 380-399.

Heidemann, L. A. (2015). *Ressignificação das Atividades Experimentais no Ensino de Física por meio do Enfoque no Processo de Modelagem Científica*. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

Heineck, R., Valiati, E. R. A. e Rosa, C. T. W. da. (2007). Software educativo no ensino de Física: análise quantitativa e qualitativa. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(6), 1-12.

Hernández, F. (1998). *Transgressão e Mudança na Educação: Os Projetos de Trabalho*. Porto Alegre: Penso Editora.

Kato, D. S. e Kawasaki, C. S. (2011). As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 17(1), 35-50.

Lacerda, F. C. B. e Santos, L. M. dos. (2018). Integralidade na formação do ensino superior: metodologias ativas de aprendizagem. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, 23(3), 611-627.

Lázaro, A. C., Sato, M. A. V. e Tezani, T. C. R. (2018). Metodologias ativas no ensino superior: o papel do docente no ensino presencial. *Congresso Internacional de Educação e Tecnologias: Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância*, 26 de junho a 13 de julho, São Carlos, SP, Brasil.

Lima Junior, P. R. M. (2013). *Evasão do ensino superior de Física segundo a tradição disposicionalista em sociologia da educação*. Tese (Doutorado) - Curso de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

Marrs, K. A., Blake, R. E. e Gavrin, A. D. (2003). Use of Warm Up Exercises in Just-in-Time Teaching to Determine Students Prior Knowledge and Misconceptions in Biology, Chemistry, and Physics. [http://webphysics.iupui.edu/papers/jcst\\_warmup\\_paper.pdf](http://webphysics.iupui.edu/papers/jcst_warmup_paper.pdf) Site consultado em fevereiro de 2019.

Marrs, K. A. e Novak, G. (2004). Just-in-Time Teaching in Biology: Creating an Active Learner Classroom Using the Internet. *Cell Biology Education*, 3(1), 49-61.

Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A User's Manual*. New Jersey: Prentice Hall.

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

Michaelsen, L. K., Knight, A. B. e Fink, L. D. (2004). *Team-Based Learning: A Transformative Use of Small Groups in College Teaching*. Sterling: Stylus Publishing.

Nardin, A. C. de, Fruet, F. S. O. e Bastos, F. da P. de. (2009). Potencialidades Tecnológicas e Educacionais em Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem Livre. *Renote: Novas Tecnologias na Educação*, 7(3), 401-410.

Novak, G. M., Patterson, E. T., Gavrin, A. D. e Christian, W. (1999). *Just-in-Time Teaching: Blending active Learning and Web Technology*. Saddle River: Prentice Hall.

- Novak, G. M. (2011). Just-in-time teaching. *New Directions for Teaching and Learning*, 2011(128), 63-73.
- Oliveira, T. E. de, Araujo, I. S. e Veit, E. A. (2016). Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física. *Física na Escola*, 14(2), 4-13.
- Oliveira, V., Araujo, I. S. e Veit, E. A. (2017). Resolução de problemas abertos no ensino de física: uma revisão da literatura. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 39(3), e3402.
- Picquart, M. (2008). ¿Qué podemos hacer para lograr un aprendizaje significativo de la física? *Latin American Journal of Physics Education*, 2(1), 29-36.
- Peduzzi, L. O. Q. (1997). Sobre a Resolução de Problemas no Ensino da Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 14(3), 229-253.
- Peduzzi, L. O. Q. e Peduzzi, S. S. (2006). Sobre o papel da resolução literal de problemas no ensino da Física: exemplos em Mecânica. Em Pietrocola, M. (Eds.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa abordagem integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC.
- Pozo, J. I., Echeverría, M. del P. P., Castillo, J. D., Crespo, M. A. G. e Angón, Y. P. (1998). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed.
- Robinson, A. W. (2007). Don't just stand there - teach Fermi problems! *Physics Education*, 43(1), 83-87.
- Rodrigues, C. R., Coelho, S. M. e Aquino, A. S. (2009). Ensino de Física nas Séries Iniciais: um estudo de caso sobre formação docente. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 6(3), 575-608.
- Rodrigues, L. P., Moura, L. S. e Testa, E. (2011). O tradicional e o moderno quanto à didática no ensino superior. *Revista Científica do Itpac*, 4(3), 34-42.
- Vieira, A. S. (2014). *Uma alternativa didática às aulas tradicionais: o engajamento interativo obtido por meio do uso do método Peer Instruction (Instrução pelos colegas)*. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Westphal, M. e Pinheiro, T. C. (2005). O objetivo obstáculo segundo Astolfi: uma análise da formação prática do professor de Ciências. *Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 24 a 28 de janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Wieman, C. E., Adams, W. K. e Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations That Enhance Learning. *Science*, 322(5902), 682-683.
- Wood, E. J. (1994). The Problems of Problem-Based Learning. *Biochemical Education*, 22(2), 78-82.