

## Uso integrado de métodos ativos de ensino em disciplinas de Ciências Exatas e Tecnológicas no ensino superior

### Integrated use of active teaching methods in Science and Technology subjects in higher education

*José Augusto Oliveira Huguenin*

Departamento de Física do Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, RJ, Brasil. E-mail: jose\_huguenin@id.uff.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7410-4281>

**Revista Brasileira de Ensino Superior**, Passo Fundo, vol. 6, n. 1, p. 127-145, janeiro-março, 2022 - ISSN 2447-3944

[Recebido: abril 1º, 2020; Aceito: maio 8, 2020]

DOI: <https://doi.org/10.18256/2447-3944.2022.v6i1.4002>

#### Endereço correspondente / Correspondence address

Rua Des. Ellis Hermydio Figueira, 783, Campus Aterrado,  
Bloco C, Volta Redonda – RJ / CEP: 27213-145

Sistema de Avaliação: *Double Blind Peer Review*

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui/click here!](#)

## Resumo

Apresenta-se um relato de experiência que desenvolveu uma proposta de sequência didática para disciplinas da área de ciências exatas e tecnológicas, utilizando-se de forma integrada dois dos mais conhecidos métodos ativos de ensino: Sala de Aula Invertida e Instrução por Pares. Faz-se um breve resumo destes métodos ativos. A proposta para construção da sequência integrada é apresentada em detalhes, mostrando-se e discutindo-se as estratégias de implementação de cada etapa. Relata-se a aplicação da sequência em duas disciplinas de um Curso de Bacharelado em Física: Introdução à Física (para calouros) e Óptica (para alunos de 5o período). O uso integrado dos métodos ativos mostrou contribuir para um engajamento dos alunos no processo de aprendizagem. Obteve-se uma taxa de sucesso (aprovação na disciplina) três vezes maior do que a média histórica da disciplina para calouros, quando o método tradicional de ensino foi utilizado.

**Palavras-chave:** Métodos Ativos. Sequências Didáticas. Tecnologia no ensino. Ensino Superior.

## Abstract

An experience report that developed a didactic sequence proposal for disciplines in the area of exact and technological sciences is presented. It was used in an integrated way two of the most well-known active teaching methods: Flipped Classroom and Peer Instruction. The active methods are briefly summarized. The proposal for building the integrated sequence is presented in detail, showing and discussing the implementation strategies for each stage. The sequence was applied in two disciplines of a Bachelor's Degree in Physics: Introduction to Physics (for beginners) and Optics (for students of 5th period). The integrated use of active methods has shown to contribute to students engagement in the learning process. A success rate (approval in the discipline) was obtained three times higher than the historical average of the discipline for beginners, when the traditional teaching method was used.

**Keywords:** Active methods. Didactic sequences. Technologies on teaching. Higher education.

## 1 Introdução

Os desafios das universidades brasileiras são muito grandes frente ao que podemos chamar de “*geração tecnológica*” (PONTE, 2011, p. 31). Têm-se um corpo discente conectado em redes sociais, independente de estratificações sociais, utilizando dispositivos eletrônicos praticamente todo o tempo, tornando o uso de tecnologias digitais no ensino superior uma consequência natural na prática docente de diferentes formas e em diversas áreas (LOBO, 2015, p.17). O uso de tecnologias digitais é também recomendado em documentos oficiais, como, por exemplo, em cursos de formação de professores de química (MOREIRA; GIANOTTO; MAGALHÃES JR, 2018, p.74). Tecnologias digitais como plataformas de ensino a distância e simuladores podem ser acessadas, cada vez mais, através de dispositivos móveis como *smartphones* e *tablets*, dando origem ao chamado aprendizado móvel - *Mobile - Learning* (DOCHEV; HRISTOV, 2006, p. 64; BARTHOLO et al., 2009, p. 37).

Considerando os cursos de graduação nas áreas de ciências exatas e tecnológicas, como engenharias e computação, uma preocupação recente é a grande evasão e baixo rendimento dos alunos nas disciplinas. Uma discussão que tem sido cada vez mais frequente abrange os métodos de ensino. A cultura de ensino brasileira, em todos os níveis escolares é do chamado modelo de ensino tradicional (SHUR, 2016, p.8). O ensino tradicional pode ser descrito como um modelo narrativo, centrado no professor que detém o conhecimento e transmite aos alunos que, passivos, recebem o conhecimento e tem que aplicá-lo (MOREIRA, 2011, p. 45). Incluem-se as aulas expositivas, com ou sem uso de tecnologias. A matematização de conteúdos científicos e tecnológicos, ou seja, a ênfase na descrição matemática em detrimento à discussões conceituais, acaba sendo um convite ao modelo expositivo, contribuindo para que o ensino tradicional seja consolidado nas áreas exatas e tecnológicas.

A percepção que o professor destas áreas tem tido nos últimos anos é de pouco engajamento dos alunos no processo de sua aprendizagem, dificuldade crescente da nova geração de estudantes lograrem sucesso (obter aprovação) e dificuldade de concentração dos alunos durante as aulas tradicionais, principalmente nos semestres iniciais dos cursos. Em universidades americanas, nas conhecidas “*lectures*” (aulas expositivas em anfiteatros para um grande número de alunos) também foi constatado um preocupante aumento na reprovação de alunos nos cursos de ciências, tecnologias, engenharias e matemática (no inglês, *STEM*) em instituições onde o método tradicional é preponderante (FREEMAN, 2014, p. 8410). Há alguns anos um movimento cada vez maior em direção a métodos diferenciados de ensino é observado em universidades americanas. Estes métodos envolvem os alunos dando-lhes papel mais ativo no processo de ensino-aprendizagem e são conhecidos métodos ativos de ensino (ARAÚJO; MAZUR, 2013, p. 369).

Nos EUA, um estudo detalhado com grande amostragem estatística (FREEMAN, 2014, p. 8413) apontou que a reprovação nas disciplinas das áreas *STEM* que utilizam o método tradicional é em média 34%. Para disciplinas que empregam métodos ativos, este número cai para 22%. No Brasil há também estudos que apontam para uma melhoria na aprovação em disciplinas de cursos superiores tecnológicos com o uso métodos ativos. Para uma disciplina pesquisada que adotou um método ativo, observou-se uma aprovação de 88,9%. A mesma disciplina teve nos três semestres anteriores uma média de 72,1% de aprovação, quando o ensino tradicional foi empregado. (TREVELIN; PEREIRA; OLIVEIRA NETO, 2013, p. 11).

O método de Instrução por Pares (*Peer instructions*) de Mazur (1997) é baseado na interatividade entre os alunos na discussão dos conteúdos. O uso de tecnologias é explorado no processamento de respostas às questões conceituais em sala de aula. Bergmann e Sams (2012, p. 35) chamaram a atenção para aplicação do método de Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*), em que os alunos tomam contato com o conteúdo através de uma plataforma para disponibilização de vídeo-aulas antes do trabalho em sala de aula, que foca na aplicação de conceitos com mediação do professor. Para este método a tecnologia é exigida na forma de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA).

Outro método desenvolvido no fim da década 90 por Gregor Novak, da Universidade de Indiana, o Ensino sob Medida (*Just-in time teaching*) se baseia na preparação de aula em cima das dificuldades dos alunos (NOVAK et al., 1999, p. 5). Para tanto, é preciso o professor levantar os conhecimentos prévios dos alunos, bem ao estilo ausubeliano (MOREIRA, 2011, p.44), e, a partir dele, preparar suas aulas. Para citar mais um método ativo de sucesso, temos que mencionar o Aprendizado Baseado em Problemas (*Problem Based Learning*) desenvolvido na década de 1960 no Curso de Medicina da Universidade de McMaster no Canadá (FREITAS, 2012, p. 405). Muito utilizado em áreas médicas, no Brasil, esta técnica também tem sido empregada na área de veterinária (CONRADO et al., 2017, p. 19) e também em cursos de Engenharias (FREITAS, 2012, p. 405).

Apresenta-se de forma estruturada uma proposta que integra dois dos mais utilizados métodos ativos de ensino: Sala de Aula Invertida e Instrução por Pares. Na próxima seção expõem-se os dois métodos ativos utilizados. Na seção que segue, mostra-se a construção detalhada da sequência que pode ser empregada em disciplinas de ciências exatas e tecnológicas. Na seção Aplicação e resultados, mostra-se a implementação em duas disciplinas de um curso de Bacharelado em Física com todas as tecnologias utilizadas. Por fim, conclui-se elencando os principais resultados mostrados neste trabalho.

## 2 Métodos ativos de ensino utilizados na proposta

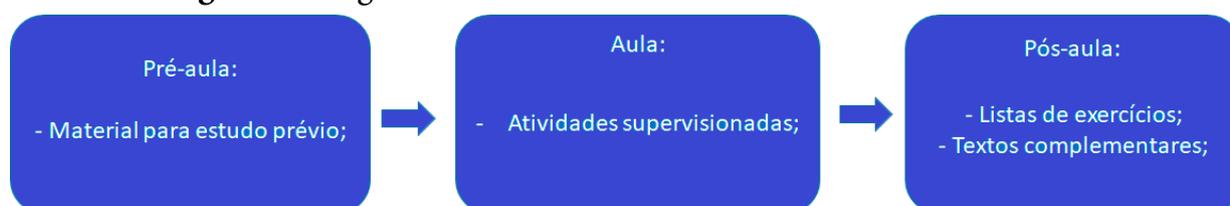
### 2.1 Sala de Aula Invertida

O método de Sala de Aula Invertida de Bergmann e Sams (2012) surgiu da implementação no ensino médio de ideias discutidas em universidades americanas na década de 90 para uso de computadores no ensino (MAZUR, 1991, p. 31). Através da postagem de vídeos e textos relacionados ao conteúdo das aulas, buscava-se oferecer oportunidade de aprendizagem a alunos que faltavam aulas por diversos motivos, como competições esportivas. Contudo, os alunos que frequentavam as aulas passaram a também acessar tais conteúdos, provocando uma mudança profunda na sala de aula. O método dá ao aluno maior centralidade no processo de sua aprendizagem, em oposição ao modelo tradicional de ensino, baseado na narrativa e centralidade do professor no processo de ensino (MOREIRA, 2011, p. 45).

A Figura 1 apresenta um digrama de fluxo que representa bem a estrutura do método de Sala de Aula Invertida. Há três momentos bem definidos: a pré-aula, a aula, e o pós-aula.

Para o momento *pré-aula*, o professor prepara/reúne um material voltado à autoinstrução do aluno. Em geral, este material consiste de vídeos que permitem que os alunos tomem contato formal com o conteúdo pela primeira vez. Isso se dá fora da sala de aula. Materiais produzidos para ensino à distância tem grande potencial neste método. A disponibilização de conteúdos requer que os alunos tenham acesso aos recursos tecnológicos exigidos.

**Figura 1.** Diagrama de fluxo no método de Sala de Aula Invertida



**Fonte:** (BERGMANN; SAMS, 2012) – adaptado pelo autor.

Durante a *aula* o professor não precisa mais “passar a matéria”, pois o conteúdo já foi apresentado aos alunos. O que se precisa agora é aplicar os conceitos através de situações-problema, que exigem domínio mais profundo dos conceitos. Isso é feito em sala de aula, com a mediação do professor.

Por fim, o momento *pós-aula* é destinado à prática e treino dos alunos. Nas áreas de ciências exatas e tecnológicas isso corresponde à realização de listas de exercícios, ou relatórios de experimentos, por exemplo. Importante notar que esta etapa se dá após o trabalho em problemas mais complexos, sob a mediação do professor. O trabalho *pós-aula* não tem, portanto, um nível de dificuldade maior do que o nível dos problemas trabalhados em sala de aula.

## 2.2 Instrução por Pares

Desenvolvido por Eric Mazur da Universidade de Havard (1997), o método de Instrução por Pares (*Peer Instruction*) promove uma mudança na dinâmica de sala de aula. Ao invés do detalhamento de livros-texto, típica atividade no modelo tradicional, os alunos são instados a raciocinarem em aula sobre os conceitos a serem estudados.

Basicamente, o método desenvolve-se conforme a seguinte sequência (ARAÚJO; MAZUR, 2013, p. 367-370)

1. Distribuição de material instrucional para leitura prévia (antes da aula).
2. Em sala, o professor faz pequenas explicações de 10 a 15 minutos sobre o conteúdo.
3. Apresenta questões conceituais de múltipla escolha. Estas questões são muito importantes e precisam ser muito bem preparadas de forma a dar conta de explorar a compreensão do conceito em estudo.
4. Os alunos são convidados a pensar a respeito de por cerca de 2 minutos e em seguida ocorre uma votação entre eles nas alternativas apresentadas. Dependendo do resultado temos três ações possíveis:
  - a. Se o número acerto for superior a 70%, o professor discute a questão, fornecendo a resposta correta, explicita a aplicação do conceito e passa à questão seguinte.
  - b. Se for inferior a 30%, o professor faz uma outra pequena explicação sobre o conceito (não discute a questão em si) e promove nova votação aplicando o mesmo critério de ações até que o resultado supere 70% de acerto.
  - c. A instrução entre os pares ocorre quando o resultado da votação fica entre 30% e 70%. Com este resultado os alunos são convidados a discutirem entre si. Recomenda-se que procurem colegas que votaram em alternativas diferentes e que discutam entre eles o porquê de suas escolhas. Após 3 a 5 minutos, dependendo do nível das discussões, o professor promove uma nova votação, e aplica o mesmo critério de ações até o resultado superar os 70% de acerto.
4. Após atingir-se 70% ou mais de acerto, uma nova questão é apresentada e volta-se ao passo 3.
5. Quando a discussão sobre um tópico termina, um novo tópico é apresentado através de nova explicação e inicia-se a partir do passo 2.

Fazer a contabilidade das respostas dos alunos na aula exige tecnologia adequada. A votação pode ser feita com tecnologias de radiofrequência (como o *Clickers*<sup>1</sup>) ou

1 <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/clickers/>

através de cartões com as alternativas escolhidas (*flashcards*). Caso os alunos portem *smarthphones* e tenham acesso à *internet*, pode-se preparar votações *online* com aplicativos como Kahoot<sup>2</sup> e MentiMeter<sup>3</sup>.

### 2.3 Reflexão sobre o uso de métodos ativos no sistema de ensino superior brasileiro

Reconhecendo os inúmeros pontos positivos de métodos ativos, a implementação destes métodos no ensino superior brasileiro requer uma reflexão estrutural do mesmo. É importante notar que existe uma diferença característica entre as universidades brasileiras e americanas, onde os métodos ativos apresentam ótimos resultados (FREEMAN, 2014, p. 8410). No Estados Unidos, as atividades interativas substituem as grandes aulas expositivas (*lectures*), ministradas em grandes auditórios. Porém, as aulas não se resumem às *lectures*. Os alunos são divididos em pequenos grupos e são instruídos por professores assistentes (*teacher assistant* - TA) na solução de problemas, demonstrações, enfim, é neste ambiente que os alunos têm contato com modelos de aplicação de conteúdo, que se acredita ser de suma importância no aprendizado nas áreas de ciências exatas e tecnológicas. No Brasil, tanto o conceito quanto os modelos de aplicação dos conceitos são apresentados pelo professor em sala de aula. Logo, usar métodos ativos que privilegiam a aprendizagem de conceitos pode não dar conta de apresentar/oferecer modelos operacionais importantes à formação dos alunos de exatas e tecnológicas.

Acrescente-se a isto o fato de que os alunos chegam ao ensino superior tendo recebido o ensino tradicional durante toda sua vida antes de chegar à universidade. É de se esperar certa insegurança dos alunos, podem desconfiar que os professores “*não estão dando aulas*”, não estão “*ensinando*”. Os professores, por outro lado, também podem ficar inseguros, pois também receberam o ensino tradicional. A maioria dos professores de universidades brasileiras, notadamente nas áreas de exatas e tecnológicas, não teve nenhuma formação docente, e busca reproduzir ações de professores que tenham marcado positivamente seu percurso acadêmico. Fazer algo diferente do tradicional é, atualmente, retirar o professor de sua zona de conforto. A proposta que se apresenta a seguir leva em consideração todos estes pontos de forma a propiciar segurança e eficácia em sua aplicação.

2 <https://kahoot.com/>

3 <https://www.mentimeter.com/>

### 3 Proposta de uso integrado de métodos ativos de ensino para disciplinas ciências exatas e tecnológicas

A partir do reconhecimento de que métodos ativos de ensino tem um potencial maior para o aprendizado da geração atual, a presente proposta surgiu na tentativa de superar as questões discutidas na Seção 2.3. A metodologia para concepção, desenvolvimento, aplicação e avaliação da proposta seguiu a linha da Pesquisa-Ação, baseada na proposta de Mackay e Marshall (2001). Abordou-se o problema do emprego de métodos ativos de ensino em disciplinas da área de ciências exatas e tecnológicas através do planejamento de uma sequência didática geral, indicando procedimentos; aplicou-se a proposta em duas disciplinas de um curso de Bacharelado em Física e investigou-se a resposta das turmas no que se refere à engajamento/envolvimento dos alunos no processo ensino-aprendizagem e o aproveitamento das turmas através da taxa de sucesso (aprovação na disciplina).

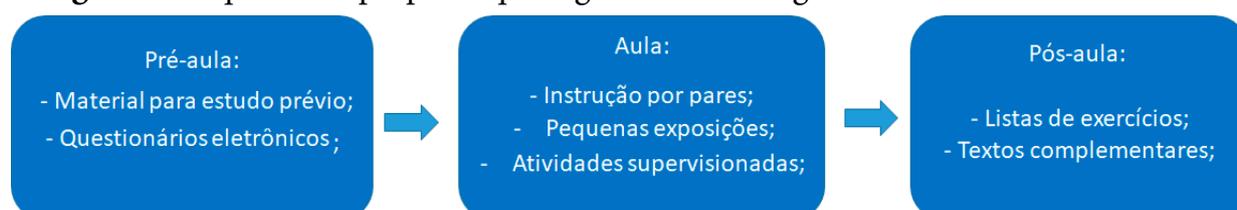
A estrutura geral da proposta segue o método de Sala de Aula Invertida, ou seja, propõe atividades de autoinstrução antes do encontro presencial (pré-aula), realiza atividades orientadas em sala (aula) e deixa também atividades para serem realizadas após os encontros (pós-aula). A Instrução por Pares é utilizada como a primeira atividade de sala no desenvolvimento de um tópico.

A proposta é resumida no esquema apresentado na Figura 2. Na pré-aula, temos necessariamente questionários eletrônicos para serem respondidos antes da aula. A etapa de aula inicia com as perguntas conceituais seguindo a dinâmica do método de Instrução por Pares. Após esta atividade, o professor faz uma pequena exposição, dando ênfase em pontos que apresentaram maior dificuldade durante as perguntas conceituais. Por fim, as atividades supervisionadas, com realização de exercícios em sala, sob orientação do professor. Para a etapa pós-aula, lista de exercícios. Detalha-se a partir de agora, cada uma destas partes quanto ao formato e estratégias.

#### 3.1 Pré-aula

Esta etapa contém, pelo menos, três tipos de materiais: i) vídeo-aula, ii) texto instrucional, e iii) questionário eletrônico. Estes materiais são detalhados a seguir:

**Figura 2.** Esquema da proposta que segue a estrutura geral da Sala de Aula Invertida



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

*Vídeo-aula:* vídeos que apresentam o conteúdo de forma clara e objetiva. O vídeo deve ser curto, com foco no conceito/conteúdo a ser ensinado. Podem ser trechos aulas gravadas ou vídeos de divulgação científica. É possível escolher entre vários materiais disponíveis na grande rede ou mesmo gravar/produzir seu vídeo. A vantagem em produzir o vídeo é que os objetivos podem ser abordados de forma mais direta, de acordo com as particularidades da ementa das disciplinas de cada curso. Uma possibilidade é a utilização do aplicativo *Screencast-O-Matic*<sup>4</sup>, que produz vídeos de qualidade de forma relativamente simples.

*Texto instrucional:* apresentação do conteúdo. Pode ser a indicação de capítulos ou seções do livro texto, artigos, apostilas, entre outros. Deve-se levar em conta que será uma atividade de autoinstrução. A produção de texto pelo professor sob medida aos objetivos de ensino é também uma alternativa interessante.

*Questionário eletrônico:* perguntas de múltipla escolha, de cunho mais conceitual ou exercícios simples de aplicação direta de conceito. Busca avaliar, basicamente, o nível atenção e deve ser facilmente respondido com base no material disponibilizado. O objetivo aqui é garantir o estudo de pontos-chave para o tópico.

A sequência básica adotada para atividade pré-aula seguiu a ordem de apresentação dos materiais acima, ou seja, assistir a vídeo-aula, ler o texto instrucional e responder aos questionários eletrônico. Deve-se ter muito cuidado para que o tempo demandado para realização do estudo prévio não seja muito longo. Trabalhou-se com um tempo máximo de 2h para realização de todas as atividades da pré-aula. Além disso, é aconselhável liberar o material da pré-aula na semana anterior ao conteúdo que será trabalhado, de modo que os alunos tenham o final de semana. Para cursos que têm muitas disciplinas por semestre, como engenharias, isso garante que o aluno terá tempo para fazer a atividade.

### 3.2 Aula

A aula presencial é iniciada com a atividade de perguntas conceituais que seguem Instrução por Pares. Devem-se preparar as questões conceituais com base no material disponibilizado, incluindo os temas abordados no questionário eletrônico, porém, com questões/situações diferentes de forma a fazer os alunos explorarem o conhecimento adquirido com a compreensão do conceito estudado. Esta atividade consegue abordar dúvidas que ficaram no estudo prévio, confrontar entendimentos errôneos, promover e sedimentar a compreensão do conceito estudado. Aqui se vê a integração dos métodos, pois o estudo pré-aula substitui as explicações curtas que antecede as perguntas conceituais quando se aplica somente o método de Instrução por Pares.

As exposições de conteúdo são feitas após um bloco de questões conceituais e são utilizadas para trabalhar a questão matemático-operacional do assunto estudado.

4 <https://screencast-o-matic.com/>

Podem ir desde sumarização de conteúdo a demonstrações de aplicações em exercícios, comuns em disciplinas de ciências exatas. É neste momento que os modelos para manipulações matemáticas são apresentados aos alunos. Experimentos demonstrativos ou simulações são ferramentas que podem ser empregadas neste momento da aula.

Por fim, as atividades práticas. Uma sequência de questões operacionais, onde os alunos resolvem exercícios, manipulam ferramentas matemáticas, sendo instigados a aplicar o conhecimento e compreensão adquiridos. Essas atividades são feitas, preferencialmente, em pequenos grupos, de forma colaborativa, ou mesmo de forma individual. O papel do professor neste momento é mediar discussões, fazer com que as atividades sejam feitas, coibir ociosidade nos grupos enquanto circula pela sala. Nesta etapa, os alunos são estimulados, então, a aplicar o conceito, avaliar situações dentro da sala de aula, com o intermédio do professor.

Sobre o tempo, é recomendável dividir todas as etapas desta fase durante o tempo da disciplina na semana. Se a disciplina tiver 4h de aula semanais, as três da aula (Instrução por Pares, explanação e atividades práticas) são divididas nestas 4h. Ao finalizar o ciclo na aula, o material pré-aula do conteúdo da semana seguinte poderá ser liberado.

### **3.3 Pós-aula**

Nesta etapa, o aluno vai praticar, ampliar a aplicação do conceito, aprofundar o aprendizado. O que é essencial para atividade pós-aula em disciplina de ciências exatas é a disponibilização de listas de exercícios, com respostas para conferência dos alunos. Materiais complementares, como artigos, documentários de divulgação científica, textos multidisciplinares, certamente, trazem ludicidade e possibilidade de aplicação/avaliação do conteúdo em diferentes contextos. O tempo, nesta etapa, fica por conta da organização dos alunos.

### **3.4 Avaliação**

Para qualquer método de ensino, a avaliação do aprendizado é um ponto de extrema importância, pois deve estar em sintonia com a metodologia. A chamada avaliação mediadora oferece a possibilidade de acompanhar a evolução do processo de aprendizagem dos alunos, pois pressupõe um processo contínuo, que valoriza todo o trabalho realizado pelo aluno, como pode ser visto na obra de Hoffmann (2009). Nesta proposta, temos claramente três etapas de ensino bem definidas: 1) atividades pré-aula, 2) atividades em aula e 3) atividades pós-aula, de consolidação. É desejável, então, que haja avaliações voltadas para estes ambientes.

## 4 Aplicação e resultados

Esta proposta foi aplicada pelo autor em duas disciplinas do curso de Bacharelado em Física do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal Fluminense (UFF). Na disciplina de “Introdução à Física”, destinada a calouros, foi aplicada nos semestres 2017-2, 2018-1 e 2018-2. Na disciplina de “Óptica”, oferecida para alunos de 5º período, foi aplicada nos semestres 2018-1, 2018-2 e 2019-1. Na sequência, destaca-se a implementação da proposta apresentando as soluções tecnológicas utilizadas. Não houve turmas de controle e a observação se deu dentro da perspectiva da metodologia de Pesquisa-Ação.

### 4.1 Pré-aula

#### 4.1.1 Ambiente virtual de aprendizagem

O primeiro passo é encontrar uma plataforma que oferece o ambiente virtual de aprendizagem (AVA) para disponibilização do material e atividades pré e pós-aulas. Plataformas de ensino a distância como *Moodle*<sup>5</sup> atendem bem os objetivos pois a presente proposta é híbrida, ou seja, mistura diferentes ambientes de ensino (LEANDRO; CORRÊA, 2018, p. 388), tendo uma componente forte de autoinstrução. Contudo, foi utilizada a plataforma *Google Classroom*<sup>6</sup>, que integra muito bem as atividades e os alunos da UFF têm acesso através de suas contas de *e-mail* institucional.

#### 4.1.2 Atividades pré-aula

A Figura 3 mostra a atividade “Diagrama de Energia” criada na plataforma *Google Classroom* da turma para a disciplina de “Introdução à Física”, do segundo semestre de 2018. Um texto produzido pelo professor exemplifica, em linguagem direta e simples, o que é e como se constrói um diagrama de energia. Este texto tem duas páginas A4, modelo Word. Em seguida, é proposto ao aluno assistir a um vídeo curto de cerca de 8 min. O vídeo utilizado está disponível na biblioteca e-aulas da USP<sup>7</sup> e tem licença para reprodução para fins educacionais. Por fim, os alunos são convidados a responderem ao questionário eletrônico, cuja nota média compõe a média final da disciplina.

5 [https://moodle.org/?lang=pt\\_br](https://moodle.org/?lang=pt_br)

6 <https://edu.google.com/products/classroom/>

7 <http://eaulas.usp.br/portal/home>

**Figura 3.** Exemplo de tela da plataforma *Classroom* usada na implementação da proposta



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2020).

#### 4.1.3 Questionários eletrônicos e sua correção

Para composição dos questionários eletrônicos, aproveitou-se o ambiente para utilizar o *Google Forms*, onde é possível criar vários formatos de questionários. Escolhemos trabalhar com questões/problemas de múltipla escolha, que apresentavam quatro opções de respostas, mesma quantidade de opções utilizadas na atividade de Instrução por Pares. Após criar o formulário podemos obter o respectivo endereço eletrônico da atividade (*link*) e disponibilizá-lo na Plataforma *Google Classroom* (*Sala de Aula Virtual*). É possível criar prazos nos formulários eletrônicos de forma que eles não permitem respostas após vencimento deste prazo. Estes formulários também disponibilizam ferramentas para correção automática, o que facilita aos professores.

Outra facilidade é a disponibilidade de aplicativos que fazem várias tarefas e análises de dados em planilhas Google. Entre eles, está o *Flubaroo*<sup>8</sup> que, uma vez instalado, permite a correção automática das respostas contidas nas planilhas geradas pelo *Google Forms*, a partir de um gabarito, fornecido pelo professor ao responder ao questionário. A Figura 4 mostra um exemplo de planilha gerada com as respostas e a correção com o aplicativo para atividade de Diagrama de energia. Uma facilidade do aplicativo é poder variar o peso de cada questão na nota, identificar o respondente, total de pontos e percentual, além de mostrar o desempenho em cada questão. O aplicativo destaca as questões que tiveram desempenho baixo (destacadas em laranja) de forma que é possível avaliar os pontos mais e menos assimilados na atividade pré-aula, de autoinstrução.

8 <http://www.flubaroo.com/>

**Figura 4.** Planilha de repostas e a correção com aplicativo *Flubaroo* para um questionário aplicado

	A	B	C	D	I	J	K	L	M
8	Submission Time	Email Address	Total Points	Percent	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
9	09/10/2018 11:49		8	80.00%	1	1	0	1	0
10	09/10/2018 12:56		8	80.00%	1	0	1	1	0
11	09/12/2018 10:05		3	30.00%	1	0	1	0	0
12	09/12/2018 10:51		8	80.00%	1	1	1	1	0
13	09/12/2018 13:26		7	70.00%	1	0	1	1	0
14	09/14/2018 9:04		7	70.00%	0	1	1	1	0
15	09/16/2018 0:53		9	90.00%	1	1	0	1	1
16	09/16/2018 9:02		9	90.00%	1	1	0	1	1
17	09/16/2018 14:42		4	40.00%	1	0	1	1	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O prazo de resposta do questionário encerrava sempre 1h antes da aula. Isso permitiu ao professor processar as respostas de forma a ter o desempenho da turma antes da aula. Este dado ajudava a dosar as ênfases nos conteúdos trabalhados dando-se mais atenção as partes do conteúdo que apresentavam mais erros.

## 4.2 Aula

As duas disciplinas onde a proposta foi aplicada tinham carga horária semanal de 4h semanais, sendo dois encontros de 2h. Assim, estabelecemos a seguinte divisão: o primeiro encontro da semana iniciava com as atividades de Instrução por Pares. O número de questões escolhidos era tal que esta etapa durasse, no máximo, 1h. Na segunda metade do primeiro encontro se dava as explicações. O segundo encontro foi dedicado exclusivamente às atividades práticas.

As atividades pré-aula da semana seguinte eram programadas para serem liberadas ao fim do segundo encontro, o que permitia apresentar aos alunos as tarefas para a semana seguinte. As turmas de “Introdução à Física” tiveram, em média, 60 alunos no primeiro semestre e 40 no segundo semestre. Já as turmas de “Óptica” tiveram em média 10 alunos.

### 4.2.1 Atividades de Instrução por Pares

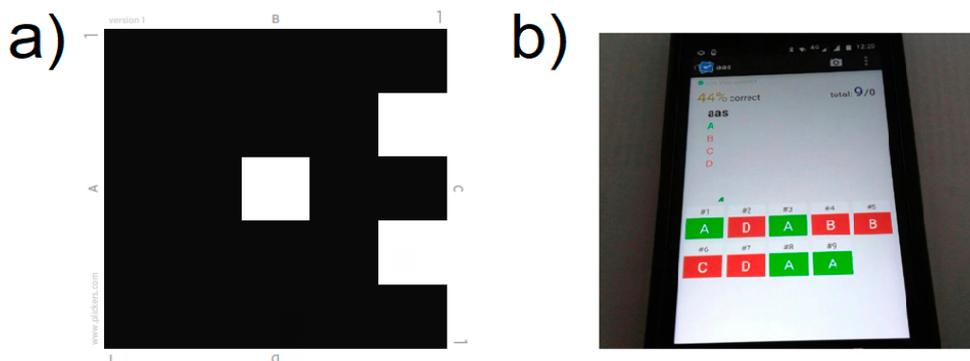
No que se refere à implementação das atividades de Instrução por Pares, realizou-se os procedimentos mais básicos da metodologia. As questões conceituais foram preparadas de acordo com o Material pré-aula disponibilizado e questionário eletrônico, chamado Trabalho de Casa (TC). De fato, as questões trabalhadas na parte de Instrução por Pares retomam alguns conceitos do TC com enunciados diferentes.

Foram preparados *slides* que apresentam uma questão por vez. A execução é iniciada com a projeção das perguntas e votação pelos alunos.

Para contabilização das respostas utilizou-se uma tecnologia gratuita, de muitos recursos. Trata-se do aplicativo para *smartphones Plickers*<sup>9</sup>. Ele pode ser encontrado tanto na *Appstore* (IOS) quanto no *GooglePlay* (*Android*), e sua instalação é muito simples. O *Plickers* funciona conjugado com a câmera do *smartphone*. As questões são construídas em uma conta na web para serem projetadas durante a realização das votações. O aplicativo oferece um conjunto de cartões constituídos de diferentes formas geométricas, formando uma espécie de *QR-code* que são reconhecidos pelo aplicativo. Podemos identificar até 63 alunos, inclusive, registrar ao longo do semestre as suas respostas.

A Figura 5- a) mostra um cartão. Sua forma identifica o aluno (repare o número 1 nas quinas da figura). Para votar, o aluno ergue o cartão para ser filmado pelo professor e escolhe entre as quatro alternativas girando a figura. No exemplo, a opção certa é a letra B (repare a indicação sobre o lado de cima da figura). A Figura 5 -b) ilustra uma votação a partir de 9 cartões de alunos do curso de “Óptica”. Note que o aplicativo indica percentual de acerto e quais alunos responderam certo ou errado. Essa informação pode ser guardada se garantirmos que os alunos tenham sempre o mesmo cartão. Neste caso, com 44% de acerto, os alunos foram instados a discutirem entre si antes de uma nova votação.

**Figura 5.** a) Exemplo de cartão do *Plickers*, b) tela do aplicativo *Plickers* após uma votação



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

#### 4.2.2 Explicações

Após trabalhar as questões conceituais, invertendo a ordem da proposta do método de Instrução por Pares, realizaram-se as explicações para sistematizar o conteúdo, reforçando a teoria, ou para resolver questões ou problemas de maior complexidade. Este é o momento adequado para realização de demonstrações matemáticas, em um estilo mais próximo das habituais aulas expositivas, também importantes no ensino superior

9 <https://get.plickers.com/>

em cursos de graduação na área ciências exatas ou tecnológicas, pois provê modelos de raciocínio e operacionalidade dos conceitos aos alunos.

Como as explicações dividiram o tempo do primeiro encontro da semana com as questões conceituais, foi preciso planejar bem essa divisão. Por exemplo, quando alguma demonstração mais longa fosse necessária, foi preparado menor número de questões conceituais. Por outro lado, quando a explicação era apenas para sistematizar o conteúdo, foi preparado um maior número de questões conceituais.

#### 4.2.3 Atividades de aula

As atividades de aula foram preparadas de forma a explorar ao máximo as discussões conceituais na solução de problemas, dando aos alunos a oportunidade de aplicarem seus conhecimentos e praticarem as técnicas pertinentes aos conteúdos estudados. Duas estratégias foram utilizadas: na primeira, trabalhou-se com a projeção de problemas e com solução em grupo de forma a dar mais confiança aos estudantes na aplicação dos conceitos.

Já na segunda estratégia, trabalhou-se a solução individual de problemas. Em algumas atividades também foi explorado o uso de experimentos demonstrativos em sala. Por exemplo, quando da discussão de transformação de energia potencial em energia cinética, levou-se um pêndulo simples com sistema de detecção que permitia fazer balanço de energia. O uso de simulações para este fim, como por exemplo, as do portal *Phet*<sup>10</sup>, da Universidade do Colorado, também foi muito proveitoso na disciplina de “Óptica”. Um exemplo foi a discussão sobre geração de ondas eletromagnéticas, interferência e difração. O simulador *Phet* tem recursos para vários tópicos de física básica e mecânica quântica.

#### 4.3 Atividades pós-aula

Escolheu-se apresentar listas de problemas, com respostas, e textos complementares para trabalho pós-aula. Com isso, finaliza-se a exemplificação de todas as etapas da proposta.

#### 4.4 Avaliação

Seguindo as indicações feitas na Seção 3.4, a avaliação da disciplina fez composição de atividades em todas as várias etapas usando média dos questionários eletrônicos (correspondendo a 10% da média final), a realização de pequenos testes ao fim de cada unidade de conteúdo com até duas questões de aplicação direta dos conceitos (20% da média final) e a realização de três provas, cuja média contribuiu com 70% da média final.

10 [https://phet.colorado.edu/\\_m/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/_m/pt_BR/)

## 4.5 Resultados

O primeiro ponto a se destacar na aplicação da sequência é observação pelo professor/pesquisador do aumento de envolvimento/engajamento dos alunos no processo de seu aprendizado, o que facilitou a missão do professor (o ensino) neste binômio indissociável que é o processo de Ensino-Aprendizagem. Observou-se uma dinâmica intensa com participação efetiva dos alunos em sala. O estudo prévio possibilitou a ocorrência de discussões sobre os conteúdos na sala de aula, diferente do que ocorre no ensino tradicional onde muitas das perguntas feitas pelo professor, mesmo sobre pré-requisitos que sabidamente os alunos deveriam dominar, tem o silêncio como resposta. Os alunos tornaram-se mais participativos. Isso também pode ser creditado ao uso do método de Instrução por Pares, que naturalmente coloca os estudantes em papel ativo. A grande diferença de atitude pode ser observada durante as explanações comparativamente ao método tradicional, com a tentativa de interação decaí consideravelmente.

Quanto ao desempenho, a disciplina de “Introdução à Física”, para calouros, teve o resultado mais sensível. Com uma marca história de cerca de 20% de taxa de sucesso, nos três períodos de aplicação da proposta a taxa de sucesso ficou entre 60% e 70%, mais que triplicando a aprovação. Na disciplina de “Óptica” obtivemos 80% de sucesso em 2018-1 e 100% de sucesso em 2018-2 e 2019-1. Disciplinas de meio e final do curso de uma graduação em física, normalmente, têm altos índices percentuais de aprovação, mantidos nesta proposta, com o diferencial do aluno trabalhar de forma mais independente durante o processo de ensino-aprendizagem. Assim, a proposta mostrou-se também efetiva para disciplinas mais avançadas.

É importante destacar que a sequência foi aplicada para diferentes turmas de duas disciplinas. Dentro das características de cada disciplina (para ingressantes e de meio de curso), observa-se que os resultados foram muito próximos quanto ao engajamento e aproveitamento, indicando não ter havido vícios nos resultados devido a especificidades das turmas aplicadas.

## 5 Considerações finais

Apresentou-se uma proposta que integra dois métodos ativos de ensino de forma a criar-se uma sequência didática para disciplinas das áreas de ciências exatas e tecnológicas. A integração se dá quando as atividades pré-aula, de autoinstrução, são usadas como base para o método de Instrução por Pares, substituindo as explanações iniciais. Por outro lado, as atividades de Instrução por Pares serviram como atividades de aula dentro do método de Sala de Aula Invertida, pois os alunos aplicaram os estudos prévios para responder as questões conceituais. Assim, é importante salientar

que os dois métodos não foram simplesmente aplicados de forma isolada, mas com as etapas de um servindo como etapas do outro, em uma sequência que não é possível dissociar um do outro. Acredita-se que a experiência relatada neste trabalho constituiu uma contribuição inédita nas pesquisas de formas de uso de métodos ativos no ensino superior brasileiro.

No que se refere à aplicação da proposta, observou-se um bom engajamento e participação ativa dos alunos. As exposições após atividades conceituais diminuíram inseguranças tanto do professor quanto dos alunos no que diz respeito à transição metodológica. De um lado, os estudantes tendo as videoaulas e as exposições de consolidação e sistematização não ficam com a impressão de não ter havido “aula”. Por outro, o professor fica seguro de ter apresentado os aspectos operacionais e formais necessários à aplicação dos conceitos. Conforme apresentado, acredita-se que a sequência também fornece espaço para as atividades de demonstrações matemáticas e solução de exercícios, oportunizando o trabalho com os modelos operacionais haja vista a melhoria na aprovação. O modelo de avaliação adotado na implementação da proposta permitiu uma experiência bem próxima de uma avaliação continuada.

Quanto aos resultados da taxa de sucesso dos alunos, obteve-se um aumento significativo na disciplina de “Introdução à Física”, para calouros do curso de Bacharelado em Física, onde praticamente triplicou a aprovação. Na disciplina de “Óptica”, o resultado do alto índice de sucesso indica que a proposta também tem eficácia para disciplinas avançadas. Vale destacar que este índice de aprovação seria mantido se computássemos somente as provas.

Espontaneamente, a proposta precisa ser testada por outros professores, em diferentes cursos para que sua eficácia possa ser verificada por docentes que não participaram da elaboração da sequência. Contudo, a experiência relatada neste artigo indica que a proposta pode lograr bons resultados em cursos destas áreas que têm uma taxa de sucesso muito inferior.

## Referências bibliográficas

- ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física.*, v. 30, n. 2: p. 362-384, 2013.
- BARTHOLO, V.; AMARAL, F.; AMARAL, M.A.; CAGNIN, M.I. Uma contribuição para a adaptabilidade de ambientes virtuais de aprendizagem para dispositivos móveis. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v.17, 36-47, 2009.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. Washington, DC: International Society for Technology in Education, 2012
- CONRADO, A.L.V, et al. Plano de trabalho docente integrativo entre a biologia celular e a clínica médica veterinária no modelo de PBL misto. *Revista Brasileira de Ensino Superior*, Passo Fundo, vol. 3, 18-37, 2017
- DOCHEV, D.; HRISTOV, I. Mobile learning applications – Ubiquitous characteristics and technological solutions. *Bulgarian Academy of Sciences Cybernetics and Information Technologies*, v. 6, p. 63-74, 2006.
- FREEMAN, S *et al.* Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics, *PNAS* v. 111, n. 23, p. 8410-8415, 2014.
- FREITAS, Raquel Aparecida Marra da Madeira. Ensino por problemas: uma abordagem para o desenvolvimento do aluno. *Educação e Pesquisa*, v. 38, n. 2, p. 403-418, abr./jun. 2012.
- HOFFMANN, Jussara. Avaliação mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade, Porto Alegre: Mediação, 2009.
- LEANDRO, Sandra Maria; CORRÊA, Elisete Márica. Ensino Híbrido (Blended Learning): potencial e desafios no ensino superior. Em Rede Revista de Educação à Distância, v. 5, n. 3, p. 387-396, 2018.
- LOBO A.S.; M., MAIA, L.C. G.; O uso das TICs como ferramenta de ensino-aprendizagem no Ensino Superior, *Caderno de Geografia*, v.25, n.44, p. 16-26, 2015
- MAZUR, E. Can We Teach Computers to Teach?, *Computers in Physics* v.5, p. 31, 1991.
- MAZUR, E.. Peer instruction: A user's manual. New Jersey: Prentice Hall, 1997.
- McKAY, J.; MARSHALL, P. The Dual Imperatives of Action Research. *Information Technology & People*, v. 14, n. 1, p. 46-59, 2001.
- MOREIRA, Jussany Maria de Barros; GIANOTTO, Dulcinéia Estér Pagani; MAGALHÃES JR, Carlos Alberto de Oliveira, TIC: uma investigação através dos documentos oficiais na Formação de Professores de Química. *Revista Brasileira de Ensino Superior*, Passo Fundo, v. 4, n. 1, p. 57-77, 2018.
- MOREIRA, Marco Antonio; Unidades de enseñanza potencialmente significativas - UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, v.1, p: 43-63, 2011.
- NOVAK, Gregor; GAVRIN, Andrew; CRISTIAN, Wolfgang; PATTERSON, Evelyn, *Just-in-time teaching: blending active learning with technology*. New Jersey: Prentice Hall, 1999.

PONTE, Cristina. Uma geração digital? A influência familiar na experiência mediática de adolescentes. *Sociologia, Problemas e Práticas*, n. 65, p. 31-50, 2011.

SUHR, I. R. F. Desafios no uso da Sala de Aula Invertida no ensino superior, R. *Transmutare*, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 4-21, 2016.

TREVELIN, ATC; PEREIRA, M.A.A.; OLIVEIRA NETO, J.D. A utilização da “Sala de Aula Invertida em cursos superiores de tecnologia: comparação entre o modelo tradicional e o modelo invertido “flipped classroom” adaptado aos estilos de aprendizagem. *Revista de Estilos de Aprendizagem*, v. 11, n. 12, p. 1-14, 2013.