

SALA DE AULA INVERTIDA: UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO P.I.E. PARA O ESTUDO DA ÓPTICA

Patrick Iberss 

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Medianeira
iberss.patrick@gmail.com

Pedro Schramm Ribeiro 

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Medianeira
pedroribeiro.mus@gmail.com

Francielle Nunes 

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Medianeira
francielle_nunes@escola.pr.gov.br

Mara Fernanda Parisoto 

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Palotina
marafisica@hotmail.com

Resumo

O presente trabalho apresenta uma proposta de aplicação do método P.I.E. - Predizer, Interagir e Explicar - em um modelo de Sala de Aula Invertida para alunos do Ensino Médio, com o objetivo de diversificar as aulas de óptica geométrica em física, utilizando tecnologia e atividades experimentais. Para fundamentação teórica, optou-se por adotar, principalmente, a descrição apresentada por Bergmann e Sams (2016) para esta metodologia de Aprendizagem Ativa. A proposta foi aplicada como projeto piloto em uma turma de mestrado, envolvendo 10 alunos do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da UTFPR, no 2º semestre de 2019. Os resultados sugerem que atividades experimentais em grupo na sala de aula, aliadas ao estudo solitário no computador de casa, levando em consideração o conhecimento prévio do aluno, mostram-se como uma forma desafiadora e motivadora para a aprendizagem, criando melhores condições para manter o interesse do aluno. Observou-se, também, uma expressiva interação entre os alunos, não apenas na manipulação da atividade experimental, mas também durante a reflexão e explicação dos conceitos envolvidos na atividade ao responderem o pós-teste.

Palavras-chave: P.I.E.; Sala de Aula Invertida; Óptica.

INVERTED CLASSROOM: THE APPLICATION OF THE P.I.E METHODOLOGY FOR THE OPTICS STUDY

Abstract

The present work presents a proposal for the application of the P.I.E. - Predict, Interact and Explain - in an Inverted Classroom model for high school students, with the objective of diversifying geometrical optics classes in physics, using technology and experimental activities. For theoretical foundation, it was decided to adopt, mainly, the description presented by Bergmann and Sams (2016) for this Active Learning methodology. The proposal was applied as a pilot project in a master class, involving 10 students from the Postgraduate Program in Physics Teaching at UTFPR, in the 2nd semester of 2019. The results suggest that experimental group activities in the classroom, combined with the solitary study on the home computer, taking into account the student's prior knowledge, are shown to be a challenging and motivating way for learning, creating better conditions to maintain the student's interest. It was also observed an expressive interaction between the students, not only in the manipulation of the experimental activity, but also during the reflection and explanation of the concepts involved in the activity when answering the post-test.

Keywords: P.I.E.; Flipped classroom; Optics.

1. INTRODUÇÃO

No sistema educacional atual, diversas são as dificuldades e desafios no Ensino de Física. Segundo Batista (2004), parte da dificuldade da compreensão dos conceitos de física se encontram na grande necessidade de abstração, interpretação e correlação com outros temas que esta área do conhecimento exige. Não obstante, segundo Antonowiski, Alencar e Rocha (2017), a elevada quantidade de conceitos que os professores devem trabalhar e o baixo número de aulas semanais é outro fator que dificulta a aprendizagem de física.

Para Valente (2014), diante das diversas propostas de ensino as que contam com utilização de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) vêm se destacando como um importante artifício para superação destas dificuldades, tornando o processo de aprendizagem mais interativo e menos abstracionista. Ainda segundo o autor, a utilização das TDIC's promove um ensino hibridizado, onde parte do que seria ensinado em sala de aula é disponibilizado aos alunos, de forma que estes alunos trabalhem os conteúdos em casa.

A sala de aula invertida, como artifício de hibridação do ensino, é uma das modalidades que têm sido amplamente aplicada em diversos níveis de ensino, pois permitindo ao aluno um ritmo mais flexível de estudo e maior disponibilidade de tempo de

aula ao professor. Junto com as TDIC's, o modelo da sala de aula invertida pode auxiliar os alunos na compreensão de conhecimentos mais abstratos e na superação de algumas concepções alternativas (DORNELES; ARAUJO; VEIT, 2007), como por exemplo, concepções de óptica na formação de imagens.

Assim, este trabalho propõe a aplicação de sala de aula invertida - unificada com a metodologia P.I.E. - no ensino de óptica para alunos do Ensino Médio, bem como relatar os resultados de aplicação de sala de aula invertida, como projeto piloto, em uma turma do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da UTFPR.

SALA DE AULA INVERTIDA

O modelo da Sala de Aula Invertida (SAI), vem ganhando espaço entre as metodologias que buscam uma Aprendizagem Ativa (*active learning*). Segundo Martins e Martin (2018), a SAI propõe uma aprendizagem onde o foco está sobre o estudante, ao contrário da metodologia tradicionalista, onde o papel principal era exercido pelo professor. E ainda esta metodologia busca uma aprendizagem crítica/construtiva e promove a colaboração e comunicação entre os estudantes.

O modelo da SAI é a prática na qual o aluno tem contato com o conteúdo antes de serem trabalhados pelo professor. Segundo Bergmann e Sams (2016), na metodologia SAI, o que era realizado tradicionalmente em

sala de aula, como a explanação de conceitos, agora serão realizados em casa e o que se é feito em casa, como exercícios e práticas em grupos, agora terão espaço em sala de aula. Os autores apontam que a aula deve ser iniciada em casa, onde os alunos, através de vídeos e textos, têm o contato inicial com o conceito que será abordado em sala de aula, e em sala o professor esclarece as dúvidas dos alunos e os orienta em atividades práticas envolvendo os conceitos estudados previamente.

Segundo Valente (2014), a forma como o professor abordará as práticas em sala e qual o formato do material que ele disponibilizará para que os alunos estudem em casa variam de acordo com a proposta de aula do professor e o conteúdo a ser abordado. Criando ao professor diversas possibilidades pedagógicas de trabalho e permitindo a ele a adaptação em diferentes realidades de trabalho, uma vez que nem todos os alunos e todas as escolas disponibilizam dos mesmos materiais tanto digitais quanto laboratoriais.

Bergmann e Sams (2016) complementam que o professor deve utilizar o seu tempo em sala de aula para amparar os alunos e esclarecer suas dúvidas, e não apenas para transmitir informação.

MÉTODO P.I.E: PREDIZER, INTERAGIR E EXPLICAR

A metodologia P.I.E. é apresentada neste trabalho de forma unificada ao modelo de Sala de Aula Invertida, com o objetivo de

extrair maior benefício em termos de aprendizagem para o aluno. Cabe salientar que utilizar este método aliando-o à tecnologia permite que o professor aumente o tempo de trabalho em determinado conteúdo. Isso ocorre pois quando o tempo e número de aulas são limitados, o método adiciona um tempo extra, permitindo ao aluno estudar em outro momento (em casa, por exemplo), sem o acompanhamento do professor.

A metodologia P.I.E. foi criada por Dorneles (2010) em sua tese de doutorado como adaptação à metodologia já existente P.O.E. (Predizer, Observar e Explicar), e teve o objetivo de ensinar eletromagnetismo de forma mais palpável onde o aluno participa mais ativamente no processo de aprendizagem. O método foi criado porque, segundo o autor, os alunos costumam apresentar “dificuldades conceituais, concepções alternativas, uso indiscriminado da linguagem e raciocínios errôneos” no estudo de circuitos elétricos. Apesar de ter sido criado como forma de melhorar o aprendizado em um conteúdo específico dentro da ciência, o mesmo pode ser estendido ao estudo de outros assuntos. No caso deste trabalho, o tema escolhido foi o comportamento dos raios de luz dentro da Óptica Geométrica.

Como mencionado, o método é composto por três etapas: o *predizer* que consiste na etapa inicial da aula, onde o professor explicará o que compõe cada estação, é nessa parte que o professor fará uma

avaliação diagnóstica dos alunos. O professor orientará os alunos de maneira que eles pensam a respeito do conteúdo que será abordado, extraindo assim, os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do que será estudado.

No *interagir* ocorrerá a interação do aluno com o conteúdo ministrado pelo professor através da explicação, da exposição do conteúdo, e, com alguma atividade experimental. Finalmente, o aluno deve explicar as divergências e convergências de suas previsões com o que foi observado na etapa anterior.

Na seção seguinte trataremos da forma como o método P.I.E foi desenvolvido por meio do modelo de Sala de Aula Invertida.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a integração da sala de aula invertida à adaptação do método P.I.E. aqui proposta, alguns recursos tecnológicos são necessários. Em casa, o aluno começa a etapa predizer, na plataforma *Google Classroom*. Já em sala, para que possam ser realizadas as etapas interagir e explicar, com a tutoria do professor, o estudante deve possuir acesso à internet e um smartphone.

PREDIZER: PLATAFORMA GOOGLE CLAS MÉTODO P.I.E: PREDIZER, INTERAGIR E EXPLICARSROOM

Atualmente, com o avanço tecnológico, o método tradicional de ensino (sala de aula, quadro e giz) tornou-se insuficiente e pouco atrativo para os estudantes. Assim, os professores têm buscado metodologias alternativas para aliar o aprendizado à tecnologia. Uma delas é a Sala de Aula invertida, que foi proposta neste trabalho utilizando-se da plataforma *Google Classroom*. A escolha da referida plataforma se deu principalmente pela praticidade. Qualquer pessoa com uma conta no Google pode utilizá-la, facilitando a organização e a comunicação no trabalho proposto.

Para a realização da atividade o professor deve criar um uma sala de aula no *Classroom* e cadastrar os alunos com seus respectivos e-mails. Em seguida, adicionar as atividades e recados referentes ao assunto abordado para que os alunos possam ler (no caso de textos), assistir (no caso de vídeos) e praticar (no caso de exercícios) na própria plataforma. O *Google Forms* é outra ferramenta que se pode utilizar, pois é um serviço gratuito para criar formulários online. Nele, o usuário pode produzir pesquisas de múltipla escolha, fazer questões discursivas, solicitar avaliações em escala numérica, entre outras opções. A ferramenta é ideal para quem precisa solicitar feedback sobre algo, organizar inscrições para eventos, convites ou pedir avaliações visto que as respostas são gravadas e enviadas automaticamente para os professores.

O ensino de física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Apresentação da física como um produto acabado pode induzir o aluno do ensino médio que ele não precisa raciocinar, que basta somente decorar as fórmulas sem entender seu significado físico (SILVA; TAVARES, 2005). Partindo-se desse pressuposto, abordaremos o conteúdo de Óptica Geométrica trabalhado de forma diferenciada da descrita acima, pois, acreditamos que o uso de atividades experimentais possa servir como agente motivador, influenciando diretamente na predisposição para aprender. Uma outra vantagem dessa estratégia é que ela permite tirar o aluno da sua passividade transformando-o em agente central da construção do seu próprio conhecimento, proporcionando assim, uma aprendizagem mais atrativa, duradoura e significativa dos conteúdos de óptica geométrica.

A aplicação de um pré-teste de sondagem das concepções preexistentes sobre óptica geométrica se fez necessário antes de lançar qualquer conteúdo na plataforma, porque, no caso deste trabalho, alguns conhecimentos prévios se fazem necessários, como os “princípios da óptica geométrica”, diferença entre sombra e penumbra, características de corpos luminosos e iluminados e a definição de fonte de luz

pontual e extensa. Após o pré-teste discute-se os conteúdos: vídeos sobre lentes esféricas, imagem virtual ou real, convergência das lentes, ametropias do olho humano e algumas curiosidades para instigar os alunos a quererem saber mais sobre o assunto abordado. Como o objetivo nesse trabalho é fazer com que o aluno vá para a sala de aula tradicional sabendo o conteúdo que será aplicado, nada mais desafiador do que fazer com que os mesmos tenham uma perspectiva do que o professor irá trazer de novo para a sala de aula.

A situação física que será apresentada ao aluno para que ele possa *predizer* o fenômeno está relacionada aos sistemas ópticos que as pessoas utilizam no cotidiano e que envolvem lentes, como máquinas fotográficas, telescópios, microscópios e o próprio olho humano.

MÉTODO P.I.E: PREDIZER, INTERAGIR E EXPLICAR

Para que a sala de aula invertida funcione é necessário que o professor não explique o assunto que foi aplicado ao aluno no *Classroom*. Necessita-se que se dê continuidade a aula, isto é, agir como se todos os alunos fizessem as interações solicitadas nas atividades online. Caso contrário, o professor voltará à aula tradicional, tirando o propósito da aplicação do método deste artigo.

Inicialmente, deve-se abordar o conteúdo brevemente com os alunos, apenas

para sanar as dúvidas que ficaram em relação aos textos, questões e vídeos assistidos no *Classroom*. Em seguida, deve-se mostrar aos alunos o objetivo da aula, que é despertar a curiosidade e levá-los a levantar hipóteses sobre o papel da luz no processo da visão e registrar as ideias sobre como funciona uma “máquina de fazer imagens”. A atividade proposta promove a participação ativa dos alunos na montagem de uma câmara escura com caixa de papelão e lentes retiradas de uma lupa. Todo o material necessário, bem como o passo-a-passo para a construção do experimento encontra-se no Anexo I deste artigo.

EXPLICAR: PLATAFORMA KAH MÉTODO P.I.E: PREDIZER, INTERAGIR E EXPLICAR ROOT

O *Kahoot!* é uma plataforma de jogos que permite a criação de *quizzes*, tendo um grande potencial no processo de ensino e aprendizagem como método de avaliação, uma vez que torna o processo avaliativo mais descontraído e interativo. Devido a isso, decidiu-se explorar esta plataforma nesta proposta.

Criação do Quiz

Primeiramente criou-se o *quiz* na plataforma do jogo. Para isso, através do site <https://kahoot.com/> realizou-se o cadastro seguindo as instruções do site. Destaca-se a

importância do professor apresentar-se como tal.

Após o cadastro, já na tela inicial do site após entrar na conta, deu-se início a criação do quiz, clicando na opção “criar *Kahoot!*”. A plataforma disponibiliza diversas formas de se responder às questões que serão criadas, como por exemplo através de múltipla escolha, verdadeiro ou falso e até mesmo questões abertas. Pensando em criar um modelo mais dinâmico e competitivo, todas as questões para esta proposta são de múltipla escolha. As questões e as alternativas sugeridas tem a intenção de verificar aprendizado sobre lentes, câmara de orifício e óptica, de um modo geral. Estas questões se encontram no Anexo II.

APLICAÇÃO DO JOGO

Para aplicação do jogo em sala de aula é necessário que os alunos disponham de um *smartphone* com o aplicativo *Kahoot!* baixado. Também é necessário que o professor leve seu computador para que junto a um projetor consiga expor as perguntas dispostas no jogo.

Os alunos, quando entram no aplicativo encontram a opção de inserir um código para jogar. Este código é disponibilizado pelo professor. Após inserir o código, os alunos cadastram um nome para ser pontuado.

No jogo, os estudantes são classificados através da rapidez na resposta e

obviamente o acerto ou erro da resposta sugerida. Assim o professor pode acompanhar o desempenho dos alunos e avaliar em quais pontos eles tiveram maiores dificuldades.

3. APLICAÇÃO PLILOTO

A aplicação do método proposto ocorreu no 2º semestre de 2019, para os alunos do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, no campus de Medianeira-PR da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Inicialmente, caracterizando o modelo de Sala de Aula invertida, os alunos foram cadastrados na plataforma do *Google Classroom* e, assim que o acesso foi liberado, um pré-teste envolvendo conceitos básicos de óptica geométrica estava disponível. A realização do pré-teste foi imprescindível para que o aluno soubesse que o assunto que estaria por vir necessitaria daqueles conhecimentos. Utilizou-se das ferramentas digitais para auxiliar às aulas na divulgação, visualização dos materiais elaborados pelo professor e para facilitar a comunicação entre os envolvidos. Dessa forma, vídeos e textos foram disponibilizados para que os alunos buscassem compreender o assunto da melhor forma possível, fora do ambiente escolar. Ainda na plataforma do *Google Classroom*, o professor solicitou para que os alunos fossem

para a aula com o aplicativo do *Kahoot!* instalado em seus *smartphones*.

No segundo momento, em sala de aula, houve uma conversa rápida com os estudantes com o objetivo de sanar as dúvidas do conteúdo que lhes foi proposto online. Além disso, iniciou-se a primeira etapa o método P.I.E.: o professor apresentou vários tipos de lentes esféricas em desenhos esquemáticos no quadro, com raios de luz incidindo sobre elas, e pediu para que os alunos previssem o que aconteceria em cada caso. Antes de revelar os fenômenos envolvidos, a atividade experimental foi iniciada como forma de investigar se a previsão era correta.

Os alunos formaram grupos de 2 ou 3 integrantes e receberam os materiais necessários para a construção do experimento: uma câmara escura com ajuste de foco capaz de modelar como as imagens são formadas no fundo do nosso olho ou nos sensores de câmeras fotográficas. Esta etapa constitui o “interagir” do método P.I.E. O tempo de duração estipulado para esta atividade foi de aproximadamente 30 minutos. Embora pareça pouco, deve-se levar em conta que a proposta deve ser levada para uma sala de aula onde a duração das aulas são de 50 minutos a 60 minutos. Todos os alunos conseguiram realizar a atividade a tempo, sendo assim, deu-se continuidade à aula com a finalização do método P.I.E.: os alunos precisavam explicar o fenômeno observado na câmara escura relacionando-o com suas previsões no momento anterior à atividade experimental.

A aula se encerra com a aplicação do pós-teste, como forma de avaliação do conhecimento obtido pelos alunos, realizado por meio do aplicativo *Kahoot!*. A avaliação é realizada da seguinte forma: enquanto o professor apresenta as questões (objetivas) por meio de um projetor, cada aluno seleciona a resposta que considera adequada em seu próprio *smartphone*. Ao final de cada questão, o programa mostra os alunos que escolheram a alternativa correta, atribuindo de 0 a 1000 pontos, baseado no tempo que eles demoraram para responder. No final do questionário aparece um ranking dos alunos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta deste trabalho foi fornecer uma alternativa que abra possibilidades para que o professor de Ensino Médio possa diversificar suas aulas, permitindo que o aluno utilize a tecnologia para adquirir conhecimento.

Percebemos que a proposta é tangível ao observamos que na aplicação piloto, mesmo envolvendo alunos de mestrado, os mesmos mantiveram-se entusiasmados, ativos e focados durante as atividades de utilização da plataforma online e do aplicativo.

A aplicação proposta neste trabalho une o modelo de Sala de Aula Invertida com o método P.I.E. e, assim, possui a vantagem de ser flexível, de forma que qualquer assunto que possa ser trabalhado com uma atividade

experimental tem a possibilidade de ser adaptado a ela. Isso porque a plataforma do *Google Classroom* permite que o professor disponibilize para o aluno qualquer link da internet, podendo conter textos, vídeos e até simuladores.

A socialização entre a utilização de atividades computacionais e atividades experimentais possibilita tornar o aluno o protagonista do seu conhecimento e, não obstante, estas atividades promovem a integração, a reflexão e discussão de ideias entre os alunos.

REFERÊNCIAS

- ANTONOWISKI, R.; ALENCAR, M.V.; ROCHA L. C. T. Dificuldades encontradas para aprender e ensinar física moderna. *Scientific Electronic Archives*, vol. 10, n. 4. 2017.
- BATISTA, I. L. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. *Ciência & Educação*, vol. 10, n. 3. 2004.
- BERGMANN, J.; SAMS. A. *Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem*. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- DORNELES, P. F. T. *Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral*. 2010. 367 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. A integração entre atividades computacionais e experimentais: um estudo exploratório no ensino de circuitos cc e ca em física geral. In: *ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM*

CIÊNCIAS, 6, 2007. Atas... Florianópolis: ABRAPEC, 2017. v. 1.

ANEXOS

MARTIN, M. G. M. B.; MARTINS, L. P. R. A sala de aula invertida e sua relação com a teoria de mediação de Vygotsky. In: *COLÓQUIO LUSO-BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO*, 4, 2018. Anais... Braga e Paredes de Coura: UDESC, 2018.

SILVA, M.A.F.M. da; TAVARES Jr, A.D. A importância do Ensino da Óptica para o desenvolvimento das tecnologias modernas. In: *XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 17-3, Rio de Janeiro. Anais. 2005. p.1-4.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. *Educar em Revista*, Edição Especial, n. 4. 2014.

ANEXO I - MATERIAIS E PASSO-A-PASSO PARA A ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Materiais

- Caixa de papelão;
- Cartolina preta (½ folha);
- Papel vegetal;
- Tesoura;
- Estilete;
- Fita preta;
- Lupa.

MÉTODO P.I.E: PREDIZER, INTERAGIR E EXPLICAR

- Retirar a lupa do plástico;
- Fazer um tubo com a cartolina e encaixar a lente na frente desse tudo. Se necessário colocar com a fita adesiva ou cola o tubo. Se a lente ficar solta pode-se usar cola quente para fixar;
- Recortar a caixa de papelão de forma que fique um quadrado grande no fundo dela;
- Revista esse quadrado com o papel vegetal;
- Do outro lado da caixa faça um furo para encaixar exatamente no seu tubo de papel preto;
- Coloque o tubo na frente da câmera, aponte para um objeto.

**ANEXO II - QUESTÕES SUGERIDAS
PARA SEREM APLICADAS JUNTO AO
MÉTODO P.I.E: PREDIZER, INTERAGIR
E EXPLICAR KAHOOT!**

1- Porque podemos chamar a câmera de um sistema óptico?

- A) POIS HÁ A MUDANÇA DA PROPAGAÇÃO DO RAIOS DE LUZ.
- b) Pois converte energia elétrica em radiante (flash).
- c) Pois a câmera captura a luz.
- d) Não podemos chamar a câmera de um sistema óptico.

2- A câmera é um sistema ótico:

- a) Refletor.
- B) REFRACTOR.
- c) Reflexor.
- d) Infrator.

3- Qual o tipo de lente usado na câmera?

- a) Divergente.
- b) Bivergente.
- C) CONVERGENTE.
- d) Espelho plano.

4- A imagem observada no anteparo da

câmera é uma imagem:

- A) REAL.
- b) Real e virtual.
- c) Virtual.
- d) Nenhuma das alternativas.

5- Qual a função da lente na câmera?

- a) Inverter a imagem.
- b) Permitir a entrada dos raios de luz.
- c) Aumentar o tamanho da imagem.
- D) MELHORAR O FOCO.

6- Como podemos relacionar a imagem

formada no anteparo da câmera com a imagem formada em nossos olhos?

- a) Ambas são imagens reais e não invertidas.
- b) São imagens virtuais.
- C) AMBAS SÃO IMAGENS REAIS E INVERTIDAS.
- D) NÃO PODEMOS RELACIONÁ-LAS