



SALA DE AULA INVERTIDA APLICADA À DISCIPLINA FÍSICA EXPERIMENTAL.

C.R. Zacharias^{*}

Departamento de Física e Química – Universidade Estadual Paulista – UNESP
Avenida Ariberto Pereira da Cunha, 333 – Guaratinguetá/SP, CEP 12516-410, Brasil.
Telefone: (12) 3123-2844
*crzacharias@gmail.com

RESUMO: Inovações metodológicas no ensino técnico e superior vem se tornando cada vez mais comuns. Dentre as metodologias ativas encontra-se a sala de aula invertida. Estamos implementando esta metodologia na disciplina Física Experimental, ministrada para alunos ingressantes em cursos de Engenharia. A transição de um método de ensino passivo (tradicional) para um ativo, exige a adaptação dos alunos, do docente e da elaboração de novos materiais didáticos. A avaliação parcial do método, ao final do 1. semestre, apontou várias falhas na dinâmica das aulas, resultando num baixo rendimento acadêmico dos alunos. Uma nova dinâmica foi implementada no 2. semestre e esta já vem mostrando melhores resultados, em especial na motivação dos alunos. Esta experiência didática, apesar de curta e ainda em andamento, já permite formatar uma metodologia ativa para disciplinas de caráter experimental, baseada na sala de aula invertida, visando a motivação dos alunos e docentes, eficiência acadêmica, aprimoramento pessoal e com baixo custo de implementação.

PALAVRAS-CHAVE: sala de aula invertida, física experimental, inovação, aprendizagem.

ABSTRACT: Methodological innovations in technical and higher education has become increasingly common. One of the applied active methodology is the flipped classroom. We are implementing this methodology in an Experimental Physics discipline, offered to newcomers students in engineering courses. The transition from a passive (traditional) method to an active one, requires an adaptation time for students, teachers and institutions, as well as the elaboration of new didactic materials. The partial evaluation our initiative, at the end of 1st scholar semester, pointed out some problems in the dynamics of classes, resulting in a low academic performance of students. A new dynamic has been implemented during the 2nd semester and it is already showing better results, especially in the student's motivation. This didactic experience, although short and still in progress, allows to propose an active methodology for experimental disciplines, based in the flipped classroom approach, aiming at the motivation of students and teachers, the academic efficiency, personal improvement, allied to a low cost implementation.

KEYWORDS: flipped classroom, physics, experimental, innovation, learning.

1. INTRODUÇÃO.

Propostas de inovação no ensino técnico e superior vem se tornando cada vez mais comuns. As razões para esta tendência variam desde o combate à evasão escolar e redução de custos das



instituições de ensino até a formação diferenciada de profissionais, tanto no conhecimento técnico acadêmico como no desenvolvimento de habilidades pessoais [1].

A metodologia usada nas disciplinas iniciais de um curso de formação não precisa ser a mesma daquela usada nas fases intermediárias e finais [2]. No início, os alunos precisam receber muita informação e aprender a transformá-la em conhecimento. Nesse processo, precisam ser guiados de forma clara e objetiva. Numa fase intermediária, os alunos devem ser estimulados a transformar esse conhecimento em tecnologia ou aplicações práticas, preparando-o para a fase final quando, possuidor de certa autonomia, deve ser refinado para iniciar sua vida profissional, num mercado real, competitivo e inovador.

Para as disciplinas que requerem intensa manipulação de equações e formalismos matemáticos, o modelo de aula tradicional ainda é bem efetivo, pois os estudantes raramente conseguem ser autodidatas, sendo a intervenção do docente importante para esclarecer detalhes do assunto e eventuais particularidades matemáticas ou suas implicações práticas [3]. No entanto, disciplinas com caráter conceitual, simulacional ou experimental podem ser reformatadas, tendo os recursos multimídia e a Internet como fortes aliados. Para isso, uma técnica que parece ser eficaz é a adoção da sala de aula invertida [4].

O objetivo dessa reformatação não é reduzir a presença do docente em sala de aula ou sua importância no processo ensino-aprendizagem. Muito pelo contrário, visa maximizar a transmissão do conhecimento e, em especial, transmitir a experiência pessoal e profissional do docente. Uma vez que o docente não precisa mais detalhar o conteúdo básico da disciplina em sala de aula, este tem mais tempo disponível para abordar temas mais específicos, discutir casos, salientar aspectos incomuns, discutir tendências na área, etc. O docente precisa efetivamente preparar um novo material para a aula, com novos conteúdos, sempre atualizados, o que demanda mais trabalho e dedicação. Por outro lado, a instituição de ensino precisa oferecer os meios e facilidades para que o docente possa cumprir seu novo papel, essencialmente o desenvolvimento de novos materiais didáticos (aulas, textos, questionários, áudios e vídeos) e a comunicação com os alunos (*website*, *e-mail*, redes sociais). Da parte dos alunos, estes devem aprender a gerenciar melhor o tempo, pois precisam estudar antes da aula para poder aproveitar a interação com o docente e colegas. Também, podem aportar suas experiências e impressões sobre cada tema de aula, além de desenvolver habilidades de trabalho em grupo, liderança, gerenciamento de projetos, redação de textos, etc.

Este artigo reporta os primeiros resultados da aplicação do método da sala de aula invertida na disciplina Física Experimental.

2. METODOLOGIA.

O método da sala de aula invertida foi aplicado em 2 turmas da disciplina anual Física Experimental I, com cerca de 22 alunos por turma, iniciado em Março de 2017, com término previsto para Dezembro de 2017. O conteúdo programático da disciplina (metrologia, teoria de erros e gráficos) não foi alterado, seguindo o estabelecido no Plano Pedagógico dos cursos. Os alunos, ingressantes nos cursos de Engenharia, UNESP, campus de Guaratinguetá, não tinham experiência com métodos de ensino ativo e apenas 9 (20%) tinham alguma experiência com práticas de laboratório.

O conteúdo das aulas era disponibilizado no *website* da disciplina[5], alguns dias antes da aula presencial. Inicialmente foram disponibilizados textos longos e detalhados (formato pdf) sobre os temas das aulas, com o objetivo de estimular o hábito de leitura nos alunos e fornecer material de

consulta específico sobre a disciplina. Questionários de correção imediata (Formulários Google [6]), com perguntas que visavam destacar os principais conteúdos das aulas e estimular o raciocínio dos alunos, foram disponibilizados. Independente do aluno acertar ou errar a questão, a ele era apresentada uma explicação destacando aspectos geralmente não percebidos pelos alunos ou dicas de raciocínio. Os alunos eram induzidos a respondê-los, sob pena de perder nota (fator de participação), independente da quantidade de questões respondidas corretamente.

No início da aula o docente apresentava os principais aspectos do tema em estudo, comentando as questões do questionário, em especial as com alto índice de erro, e esclarecia eventuais dúvidas dos alunos. Em seguida, os alunos iniciavam alguma atividade prática.

Foi configurado um grupo fechado no Facebook para facilitar a comunicação entre docente e alunos, em especial para a troca de informações simples (data das atividades, aviso sobre disponibilização de conteúdo, sugestão de palestras ou vídeos sobre a disciplina, etc).

Os alunos foram avaliados, no 1. semestre, através de atividades em grupo (projetos e relatórios) e uma prova individual. O desempenho dos alunos foi comparado com o obtido em turmas de anos anteriores, quando era aplicado o método convencional de ensino (aulas expositivas e roteiros para a prática experimental).

Ao final do 1. semestre, foi feita uma reunião com os alunos e docente para avaliar o andamento da disciplina e do método empregado. Com base nas críticas e problemas apontados, foi implementada uma nova dinâmica no 2. semestre.

Inicialmente trocamos os textos por conteúdos em vídeo e os questionários tornaram-se optativos. Os alunos foram redistribuídos em 10 grupos (4 ou 5 integrantes) e cada um criou um grupo no Whatsapp, incluindo o docente. Manteve-se o grupo no Facebook e o website.

A avaliação no 2. semestre (finalização prevista para Dezembro de 2017) será similar à do 1. semestre, baseada em relatórios e projeto em grupo, além da prova individual.

3. RESULTADOS.

O primeiro resultado observado foi a difícil adaptação dos alunos a um método de ensino ativo, em especial à aula invertida, onde os alunos precisam estudar antes da aula. Nas primeiras aulas os alunos sentiam-se mais confortáveis com o ensino tradicional, centrado no docente, onde o aluno é um elemento passivo, receptor de informações e ordens, que vem para a sala de aula sem saber detalhes do tema que será discutido.

A disponibilização de textos longos mostrou-se ineficaz. Os alunos relataram que não tinham tempo para ler e a quantidade de informações era muito grande, de forma a tornar a leitura ineficaz pois os alunos não sabiam quais pontos eram mais importantes ou não entendiam detalhes nos conceitos apresentados, tampouco as eventuais aplicações do conteúdo.

A ineficácia dos textos pode ser atribuída a, pelo menos, 3 fatores: (1) formação inadequada, no Ensino Médio; (2) falta de hábito de leitura técnica; (3) falta de tempo, fora de sala de aula. Apesar de terem sido aprovados no vestibular para uma escola pública (UNESP), os alunos apresentavam falhas conceituais e dificuldades para relacionar conteúdos de disciplinas diferentes, ou mesmo associá-los a fenômenos do dia-a-dia. Esta deficiência vem sendo eliminada aos poucos, com a reeducação técnica e científica dos alunos nas diversas disciplinas do ciclo básico do curso de Engenharia. O hábito de leitura e redação de textos técnicos também vem sendo trabalhado na forma de relatórios técnicos e consultas à WWW. Nota-se claramente que os alunos têm dificuldade para organizar ideias ou até mesmo expressar o que pensam ou sabem. Para reduzir esse problema,

adotou-se a técnica de redação de relatórios estruturados (Introdução, Métodos, Resultados, Análises e Conclusão, Referências). A falta de tempo fora de sala de aula deve-se ao fato dos alunos terem cerca de 30 horas-aula por semana, dentro de sala de aula. Além disso, em 28 horas-aula seguem o método tradicional, de ensino passivo. Apenas 2 das 12 turmas da disciplina Física Experimental I seguiram uma metodologia ativa, fazendo com que os alunos das 2 turmas envolvidas com essa experiência, ficassem com poucas referências para comparação, ou mesmo para interagir com os demais alunos, sobre a disciplina.

Os primeiros 2 meses de aula serviram como transição e aprendizado sobre o método, tanto para alunos como para o docente. Essa primeira fase foi conflitiva pois todos gostavam da ideia da proposta, mas os resultados e rendimento dos alunos não eram satisfatórios.

Após a fase de transição, os alunos entenderam que eram corresponsáveis pela própria formação acadêmica, mas ainda carregavam alguns vícios de formação como estudar apenas para obter nota ou não se preparar suficientemente para as aulas. Em paralelo ao desenvolvimento da ementa obrigatória da disciplina, foi proposto um trabalho em grupo sobre o biotipo dos estudantes ingressantes, de forma que os dados experimentais (massa, altura e idade), fornecidos pelos próprios colegas, faziam sentido aos alunos. Neste projeto, foram explorados os temas da disciplina (teoria dos erros e gráficos). O desempenho dos alunos foi bem heterogêneo, tendo alguns desenvolvido o projeto de forma surpreendente, enquanto outros se limitaram ao mínimo esforço.

No final do semestre foi aplicada uma prova individual, com conteúdo semelhante ao aplicado em anos anteriores. Considerando as notas de 2012 a 2016, para um total de 180 alunos, a nota média pelo método tradicional foi de $(5,7 \pm 2,6)$. Com a metodologia ativa a média caiu para $(3,7 \pm 2,3)$.

Na última aula do semestre, após a devolução das provas e discussão do gabarito, o método foi discutido e avaliado pelos alunos e docente, quando se chegou às seguintes conclusões: (1) textos longos ou mesmo curtos não são lidos e compreendidos, tanto pelo conteúdo como pela falta de tempo; (2) os alunos não tem experiência com práticas de laboratório e, portanto, não sabem como montar e operar os equipamentos, em especial como manipular os dados experimentais; (3) o contato docente-aluno não pode ser quinzenal pois o estudo prévio dos temas exige mais interação com o docente; (4) sala de aula invertida é uma proposta eficaz, desde que haja tempo para se preparar e que tenha um conteúdo compatível com o conhecimento do aluno.

Diante dessas conclusões, reformatou-se a dinâmica das aulas para o 2. semestre. Os textos foram trocados por vídeos. Os experimentos foram filmados, descrevendo a montagem e ajuste dos equipamentos e a obtenção de dados. A teoria e a manipulação dos dados foi também apresentada em vídeo.

Para estimular alguns raciocínios ou destacar aspectos importantes da aula, foram mantidos os questionários com correção automática, porém sem obrigação ou participação na nota final. No entanto, adotou-se uma avaliação curta (15 a 25 minutos), no início da aula, em grupo e com consulta, sobre o tema do experimento. Esta avaliação gera um fator entre 0,50 e 1,10, que multiplica a nota do relatório (entregue após a aula).

Os relatórios são entregues em arquivo único, formato pdf. A correção pelo docente é feita via marcações no texto, usando-se o Adobe Acrobat Reader (versão gratuita) e o texto é devolvido com uma série de áudios (via Whatsapp) comentando cada correção.

O uso de computadores, tablets e celulares, durante a aula, é incentivado. Um modelo de planilha de cálculo, em formato pdf (Calc – LibreOffice) é apresentado aos alunos, servindo como guia para que eles desenvolvam a própria planilha para uso em sala de aula.



O aluno deve assistir os vídeos, responder o questionário e preparar a planilha de dados, antes da aula. O relatório deve ser preparado durante a aula, de forma a não requerer tempo do aluno, após a aula.

Todo o material é disponibilizado em um website gratuito (Google sites) e os arquivos são armazenados na nuvem (Google Drive). Assim, o aluno pode estudar na hora que deseja, inclusive enviando dúvidas, em áudio, via Whatsapp, ao docente.

O projeto semestral teve tema livre, a ser sugerido pelos alunos, porém devendo conter todo o conteúdo programático da disciplina. Para isso, os alunos apresentaram 3 temas ao docente, que ajudou a selecionar o mais adequado, dando orientações sobre o desenvolvimento do mesmo.

No *website* foi disponibilizado um link para um formulário onde o aluno pode, de forma anônima, fazer qualquer comentário que deseje. As repostas vêm servindo para o docente avaliar continuamente o andamento do método aplicado.

Nas primeiras aulas do 2. semestre pode-se observar que as mudanças foram bem recebidas e que os alunos já estão adaptados ao método da sala de aula invertida. É interessante notar que os alunos chegam ao laboratório preparados (a até ansiosos) para montar o experimento e retirar os dados experimentais, tendo a planilha de cálculo pronta.

4. CONCLUSÕES

A adoção da metodologia da sala de aula invertida, na disciplina Física Experimental I vem se mostrando promissora, após a fase de adaptação ao método e de algumas correções.

A disponibilização do conteúdo em vídeos e a fácil interação dos alunos com o docente, via redes sociais, parece ter sido fundamental para aumentar a motivação dos alunos. O uso de questionários com correção automática permite que os alunos seja, avaliados tão logo submetam o mesmo. A correção dos relatórios via áudio mostrou-se eficiente, pois, regra geral, é mais fácil para o docente falar as correções do que escrevê-las.

Os primeiros resultados parciais indicam que o rendimento acadêmico também melhorou, mas isso será avaliado apenas em Dezembro de 2017.

A implantação da sala de aula invertida não exigiu mudanças na estrutura do laboratório, tampouco do conteúdo programático da disciplina. Todos os recursos de informática usados (softwares e sistemas) são de acesso fácil e gratuito, o que permitiu a implantação a custo zero (exceto pela conexão à WWW, que é fornecida pela instituição - UNESP).

A expansão dessa metodologia de ensino ativo para outras disciplinas experimentais é tecnicamente simples e direta. A maior dificuldade reside na gravação dos vídeos (que pode ser feito com o uso de celulares, e pode necessitar de alguma edição) e elaboração dos questionários, tarefas exigidas do docente que pode precisar de apoio técnico da instituição.

5. REFERÊNCIAS

[1] LEITE, L.; DOURADO, L.; MORGADO, S. Science Education through Problem-Based Learning: a review of research focused on students. In: *Problem Based Learning: Perspectives, Methods and Challenges*. Ruth Henderson (ed). New York. Nova Science Publishers, Inc, 2016.



[2] SPRINGER, L.; STANNE, M.; DONOVAN, S., Rev. of Educational Res., v. 69 (1), p. 21-52, 1999.

[3] PRINCE, M. *J. Eng. Education*, July, p.1-9, 2004.

[4] MILLER, K.; ZYTO, S.; KARGER, D.; YOO, J.; MAZURI, E. *Physical Review: Physics Education Research*. v.12, p. 0201431-12, 2016.

[5] FÍSICA EXPERIMENTAL. Prof. Zacharias. Disponível em <https://sites.google.com/view/crzacharias/física-experimental-i>. Acesso em: 30/08/2017.

[6] FORMULÁRIOS GOOGLE. Disponível em <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>. Acesso em: 30/08/2017.