

# APRENDIZAGEM ATIVA PARA TURMAS GRANDES EM SALAS DE AULA CONVENCIONAIS

## ACTIVE LEARNING FOR LARGE-ENROLLMENT CLASSES IN CONVENTIONAL CLASSROOMS

DOI: 10.5935/2236-0158.20180009

Eliane de Fátima Chinaglia,<sup>1</sup> Roberto Baginski Batista Santos<sup>2</sup>

### RESUMO

Apresentamos os resultados da introdução de uma metodologia ativa de aprendizagem apropriada para turmas grandes de Física básica para cursos de engenharia, visando à melhoria da compreensão conceitual e da habilidade de resolver problemas, levando a uma aprendizagem mais significativa do que a obtida com as metodologias expositivas tradicionais, nas quais os alunos se comportam de maneira mais passiva. Baseada na psicologia educacional cognitivista, a metodologia ativa de aprendizagem implementada exige que os estudantes se engajem em testes conceituais e na resolução de problemas selecionados criteriosamente durante uma fração significativa do tempo de aula, enquanto interagem com seus colegas e com o professor, que os aconselha, esclarece dúvidas e faz perguntas. Os resultados obtidos indicam que a introdução de uma metodologia ativa de aprendizagem melhora o desempenho dos alunos com um ganho padronizado que variou de 16%, no caso de estudantes de tempo integral, a 69% no caso de estudantes de meio período do turno noturno. A introdução de uma metodologia ativa também foi responsável por uma redução significativa do risco relativo de reprovação, que, no caso de alunos de meio período, é até 80% maior para alunos em turmas de metodologia expositiva tradicional, em comparação com alunos em turmas de aprendizagem ativa. Não houve necessidade de modificação de espaços, de mobiliário ou de equipamentos adicionais, e as turmas de aprendizagem ativa cobriram o mesmo conteúdo ministrado para as turmas de expositivas tradicionais. De um ponto de vista mais qualitativo, a observação das atitudes dos alunos durante o semestre e a análise dos comentários que fizeram na avaliação da disciplina e de seus professores permite concluir que os estudantes percebem que o engajamento em seu próprio aprendizado afeta positivamente sua compreensão conceitual e sua capacidade de resolver problemas, além de indicar que preferem ser ensinados por meio de uma metodologia ativa.

**Palavras-chave:** Aprendizagem ativa; aprendizagem significativa; turmas grandes; Física básica.

### ABSTRACT

We present the result of the introduction of an active learning methodology suitable for large-enrollment classes of introductory physics for engineering courses, aiming to improve conceptual understanding and problem-solving skills, leading to a more meaningful learning than that obtained with traditional lectures in which students behave more passively. The active learning implemented is based on cognitive educational psychology, and it requires that students engage in conceptual tests and problem solving for a significant fraction of the class time, while interacting with their peers and the teacher, who advises them, answers and asks questions. The results indicate that the introduction of an active learning methodology improves students' performance with a standardized gain that varied from 16% in the case of full-time students to 69% in the case of part-time night shift students. The introduction of an active methodology was also responsible for a significant reduction in the relative risk of failure, which, for part-time students, is up to 80% higher for students attending traditional lectures compared with students in active learning classes. There was no need to modify spaces, fur-

<sup>1</sup> Professora Doutora, Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo; echinaglia@fei.edu.br

<sup>2</sup> Professor Doutor, Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo; rsantos@fei.edu.br

niture or to purchase additional equipment and exactly the same content was covered in the active learning and in the traditional lecture course sections. Qualitatively, observation of the students' attitudes during the term and analysis of the comments they made in the evaluation of the subject and of their teachers allowed us to conclude that the students perceive that engagement in their own learning affects positively their conceptual understanding and their problema solving skills, besides indicating that they prefer to be taught through an active methodology.

**Keywords:** Active learning; meaningful learning; large-enrollment classes; Intoductory Physics.

## INTRODUÇÃO

As melhores evidências disponíveis ao longo dos últimos anos indicam que metodologias ativas são eficazes para melhorar a compreensão conceitual, melhorar o desempenho e reduzir a reprovação nas áreas de ciências, engenharias e matemática, em particular em salas de aula com poucos alunos (até 40 alunos) (DESLAURIERS; SCHELEW; WIEMAN, 2011; FREEMAN *et al.*, 2014; HAKE, 1998; LAWS; SOKOLOFF; THORNTON, 1999; MICHAEL, 2006; PRINCE, 2004; SLEZAK *et al.*, 2011).

Existe uma ampla gama de significados associados aos termos metodologia ou aprendizagem ativa. Neste trabalho, vamos adotar a definição de COLLINS e O'BRIEN (2011) para "aprendizagem significativa", como sendo:

o processo de engajamento dos estudantes em algumas atividades que os obrigam a refletir sobre algumas ideias e como usam essas ideias. [...] O processo para manter os alunos mentalmente e muitas vezes fisicamente ativos em sua própria aprendizagem através de atividades que envolvem coletar informações, pensar e resolver problemas.

Apesar de um grande número de evidências sobre a eficácia da aprendizagem ativa, existem barreiras conhecidas que devem ser superadas para sua adoção mais ampla no Ensino Superior (MICHAEL, 2007). Entre elas, destacamos: (i) a percepção comum de que as salas de aula tradicionais não se adequam ao aprendizado ativo, (ii) que o tamanho da turma é um impedimento às metodologias ativas, e que (iii) a cobertura do conteúdo sofrerá por conta do tempo de aula exigido para o desenvolvimento de uma metodologia ativa.

Ao menos em parte, o pano de fundo dessas percepções pode ser resumido no adágio "ensinamos do modo como fomos ensina-

dos", bem documentado por ADAMSON *et al.* (2003), no caso de professores de Ensino Médio. A experiência no Ensino Superior, em especial em cursos de ciências, engenharia e matemática, não é diferente, se não for mais intensa, uma vez que os professores que lecionam nesses cursos raramente tiveram uma formação pedagógica prévia.

A aprendizagem ativa no ambiente escolar típico depende de uma série de fatores. Para que a aprendizagem seja significativa, é preciso, inicialmente, que o conteúdo a ser aprendido seja potencialmente significativo, isto é, que possua um conjunto de fatos, conceitos e procedimentos que estejam de acordo com a realidade observada e que, adicionalmente, esteja estruturado de forma lógica e coerente (AUSUBEL *et al.*, 1980; AUSUBEL, 2000, MOREIRA; MASINI, 1982; MOREIRA, 1983).

Quando o aluno é ativamente responsável por sua aprendizagem, ele aprende mais e melhor do que se estivesse se comportando de forma passiva (BROWN; ROEDIGER III; MCDANIEL, 2014; DESLAURIERS; SCHELEW; WIEMAN, 2011; FREEMAN *et al.*, 2014; HAKE, 1998; KNOWLES, 1990; LAWS; SOKOLOFF; THORNTON, 1999; MICHAEL, 2006; PRINCE, 2004; SLEZAK *et al.*, 2011). Assim, o aluno pode reter o conhecimento adquirido e pode transferi-lo para diferenciadas situações, distintas das que formaram o contexto original da aprendizagem. Essa capacidade de transferir conhecimento entre diferentes campos de aplicação permite que engenheiros inventem, desenvolvam novas tecnologias e atuem em áreas distintas das áreas de suas formações iniciais.

O objetivo deste trabalho é apresentar os princípios, os métodos e os resultados da introdução de uma metodologia ativa visando à aprendizagem significativa no domínio da Física básica, para cursos de engenharia em um

contexto de turmas grandes, com mais do que 50 alunos (MONKS; SCHMIDT, 2010), como é usual no sistema educacional brasileiro. Nós mostraremos como a aprendizagem ativa melhorou o desempenho dos alunos de engenharia, sem comprometer a cobertura de conteúdo e de uma forma que não requer o uso de ambientes especialmente preparados. Uma versão preliminar deste trabalho foi apresentada em Chinaglia e Santos (2015).

## **METODOLOGIA ATIVA PARA TURMAS GRANDES EM SALAS CONVENCIONAIS**

As turmas de engenharia típicas no Brasil são de tamanho grande, tendo cada turma entre 50 e 120 alunos. Além disso, devido à interação de diferentes órgãos reguladores, como o Ministério da Educação e o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), os currículos de engenharia são muito menos flexíveis no Brasil do que nos EUA ou mesmo na Europa. Além disso, os currículos brasileiros alocam muito mais tempo para formação em sala de aula do que a maioria dos currículos de engenharia em todo o mundo. Finalmente, os estudantes brasileiros chegam ao ensino superior muito menos familiarizados com a aprendizagem ativa do que seus pares internacionais. Portanto, eles esperam ser ensinados sobre um assunto em suas aulas. Na verdade, não é exagero afirmar que a primeira vez que a maioria dos alunos tem contato com qualquer um dos tópicos do programa é durante a aula expositiva.

A metodologia de aprendizagem ativa utilizada neste estudo tem como objetivo melhorar a compreensão conceitual e a habilidade de resolução de problemas, levando a uma aprendizagem que é mais significativa do que aquela alcançada em uma aula tradicional. Essa metodologia de aprendizagem ativa baseia-se na psicologia cognitiva educacional (AUSUBEL, 2000), e exige que os alunos se empenhem em resolver problemas durante uma fração significativa do tempo de aula, enquanto interagem com seus colegas, trabalhando em pequenos grupos, e com o professor, que os orienta, responde dúvidas e faz perguntas.

No entanto, como os alunos esperam ser ensinados sobre física na sala de aula, a metodologia também separa um intervalo de tempo em cada aula para uma exposição teórica sobre um tópico programado. Essa exposição se concentra na compreensão conceitual, abordando o conhecimento prévio e as concepções alternativas que os alunos trazem para o Ensino Superior. Durante a aula expositiva, o professor usa um tom informal, conversacional, para incentivar a participação dos alunos. O professor também recebe perguntas e comentários dos alunos e pontua a sua exposição com questões conceituais, seguidas por breves discussões entre pares (MAZUR, 1997).

Além disso, o professor pode resolver alguns exercícios do livro-texto, apresentando seu raciocínio aos alunos, “pensando em voz alta”, a fim de que eles observem o trabalho de um especialista num problema em particular.

A expectativa é que as oportunidades de aprendizagem criadas na disciplina sejam suficientes para transformar a aula tradicional em um ambiente de prática deliberada, com vistas ao desenvolvimento de competência nesse domínio do conhecimento (ERICSSON; KRAMPE; TESCH-ROMER, 1993).

## **METODOLOGIA**

Neste estudo, descrevemos dois momentos diferentes da aplicação de uma estratégia de aprendizagem ativa na disciplina de Física I para alunos de engenharia. Uma delas com alunos de meio período, no turno noturno, e outra com alunos de período integral.

Os estudantes de meio período normalmente trabalham ao longo do dia e têm aulas à noite, das 19h10 às 22h40. Além disso, eles têm aulas aos sábados, das 7h20 às 15h20, com intervalo de almoço de 1 hora.

Os estudantes de período integral têm aulas de Física I pela manhã, e normalmente não trabalham, tendo assim o restante do dia para estudar e desenvolver outras atividades. Em média, os estudantes são mais jovens que aqueles de meio período. Em geral, entram na faculdade imediatamente depois do Ensino Médio, ao contrário dos estudantes de meio período, que, majoritariamente, entram na faculdade após um intervalo de alguns anos após o Ensino Médio.

A disciplina Física I contempla a parte introdutória da Física básica (cinemática da partícula, dinâmica e energia), baseada no cálculo diferencial e integral. A disciplina é semestral (em torno de 17 semanas de aulas, incluindo-se três avaliações de aprendizagem), com dois encontros semanais, de 100 minutos cada, com turmas de aproximadamente 60 ou 70 alunos, e um encontro semanal de 100 minutos dedicado à realização de atividades práticas, desenvolvidas em laboratório didático, em turmas de aproximadamente 20 estudantes. Todas as aulas da disciplina foram ministradas por professores com mais de 10 anos de experiência didática.

A metodologia ativa empregada neste estudo foi projetada para atender a dois objetivos gerais de aprendizagem, que consideramos essenciais do ponto de vista cognitivo: melhorar a compreensão conceitual do conteúdo da disciplina e melhorar a capacidade de resolver problemas. Portanto, durante as aulas teóricas, procuramos criar situações de aprendizagem que transformassem o ambiente em um ambiente de prática deliberada, visando a desenvolver competência nesse domínio do conhecimento (ERICSSON; KRAMPE; TESCH-ROMER, 1993). A expectativa é que a exposição a esse ambiente possa servir como um modelo para a mudança nos hábitos de estudo dos alunos também fora da sala de aula.

Com o objetivo de avaliar nossa metodologia de aprendizagem ativa, dividimos os alunos em dois grupos diferentes. Para o grupo de controle, a metodologia expositiva tradicional foi mantida. Nesse caso, o professor ministrou aulas expositivas e resolveu problemas, enquanto os alunos tomavam notas e, às vezes, faziam perguntas. Os alunos não trabalharam durante as aulas e estudaram apenas fora da sala de aula.

Para o grupo experimental, nós aplicamos a metodologia de aprendizagem ativa. Para esse grupo, primeiro preparamos um material didático que foi disponibilizado antecipadamente aos alunos no ambiente virtual. Esse material continha: figuras e gráficos utilizados na aula expositiva e enunciados dos testes conceituais e problemas operacionais. Todo esse material era importantante para otimizar o tempo de sala de aula. Para tarefas em casa, preparamos atividades para cada tópico (por exemplo,

vetor, força, energia), com exercícios de fixação e uma atividade desafiadora. Com esse material, a aula do professor consistiu em discussões conceituais, eventualmente com alguma simulação computacional simples e, depois disso, ele resolvia um ou dois problemas, permitindo ao aluno observar um especialista em ação. Esse material esteve disponível também para os alunos do grupo de controle, mas não foi usado pelos seus professores durante as aulas.

Após essa etapa inicial, o professor dava aos alunos um problema para resolver, formando pequenos grupos (máximo de 4 alunos por grupo). Durante esse período, foram encorajados a discutir entre eles, enquanto o professor estava disponível para responder perguntas e dúvidas conceituais. Essa etapa é muito importante para os estudantes. É dessa forma que eles desenvolverão a compreensão conceitual, a capacidade de coleta de informações e de resolução de problemas. O objetivo é criar um ambiente de discussão, através da troca de perguntas e conhecimento entre os alunos. Mais adiante, na aula, o professor faz uma discussão final e, se necessário, resolve o problema proposto. Após a aula, os alunos devem estudar algumas horas em casa, revisando conceitos e fazendo exercícios.

Na primeira etapa deste estudo, o grupo experimental consistiu de 247 alunos de meio período do curso de Física I. Eles foram divididos em 5 turmas com aulas ministradas por 3 professores (A, B e C), de acordo com a metodologia descrita. O grupo de controle consistiu em 124 estudantes de meio período, divididos em 3 turmas ministradas por 3 professores (C, D e E), em um estilo de aula tradicional. O professor C foi comum nos dois grupos.

Como o programa de engenharia tem um currículo rígido, com uma sequência determinada de disciplinas, e a Física I é ministrada no segundo semestre, os alunos de meio período são matriculados nessa disciplina somente depois de obterem a aprovação nas disciplinas no primeiro semestre. Por isso, devido a reprovações em disciplinas de primeiro semestre, muitos estudantes ficam retidos, ou seja, atrasados em relação ao seu semestre ideal. A Tabela 1 apresenta a distribuição de alunos dos grupos controle e experimental, em relação à sua situação acadêmica no momento da inscrição



no curso. Uma vez que sua situação acadêmica reflete o desempenho acadêmico prévio do aluno e é um indicador de desempenho acadêmico esperado, o perfil observado para cada grupo sugere que o desempenho do grupo de controle deveria ser superior ao desempenho do grupo experimental.

Tabela 1 – Distribuição dos alunos matriculados em meio período de acordo com sua situação acadêmica.

	Controle	Experimental
Estudantes no período ideal	38%	11%
Estudantes refazendo Física I	26%	35%
Estudantes atrasados dois ou mais semestres	36%	54%

Na segunda semana do curso, as 26 questões de múltipla escolha do *Mechanics Baseline Test – MBT* (HESTENES; WELLS, 1992) foram aplicadas aos alunos como um meio para verificar se todas as turmas possuíam proficiência equivalente na mecânica do Ensino Médio. Os resultados médios e o desvio padrão do *MBT* são apresentados na Tabela 2. A diferença observada nos valores médios não é significativa.

O desempenho dos alunos ao longo do curso foi avaliado por uma prova no meio do semestre (P1) e outra no final do semestre (P2), ambas de nota máxima 10. Essas provas consistiram de um conjunto de problemas com níveis de dificuldade semelhantes aos problemas indicados para o estudo em casa.

Tabela 2 – Valor médio e desvio padrão referente ao número de acertos nas 26 questões do MBT para os grupos controle e experimental dos alunos de meio período.

	<i>MBT</i>
Controle	10,2 (6,6)
Experimental	9,4 (5,1)

Numa segunda etapa de implementação da metodologia ativa, o grupo experimental consistiu em 180 alunos do curso de Física I, em tempo integral, divididos em três turmas

ministradas por três professores diferentes, de acordo com a metodologia ativa descrita acima. O grupo controle consistiu em 476 estudantes, divididos em oito turmas ministradas por quatro professores diferentes. Nesse caso, uma vez que a Física I está no primeiro semestre, todos os 656 alunos foram matriculados na disciplina pela primeira vez, sem qualquer atraso na sua trajetória acadêmica. Os alunos reprovados em semestres anteriores foram alocados em outras turmas e não foram incluídos nesta análise.

Os 26 testes do *Mechanics Baseline Test – MBT* (HESTENES; WELLS, 1992) também foram aplicados aos estudantes na segunda semana de aula, para verificar se todas as turmas possuíam proficiência equivalente na mecânica do Ensino Médio. Os resultados médios e o desvio padrão do *MBT* são apresentados na Tabela 3, para os grupos controle e experimental. As pontuações foram essencialmente iguais para os dois grupos. Portanto, é correto afirmar que os grupos controle e experimental entraram no curso com proficiência comparável na mecânica do Ensino Médio. Assim, qualquer diferença observada nos exames intermediários e finais pode ser atribuída principalmente à diferença na estratégia de aprendizagem utilizada na disciplina.

O desempenho dos alunos ao longo do curso foi avaliado por uma prova no meio do semestre (P1) e outra no final do semestre (P2), ambas de nota máxima 10. Essas provas consistiram de um conjunto de problemas com níveis de dificuldade semelhantes aos problemas indicados para o estudo em casa.

Tabela 3 – Valor médio e desvio padrão referente ao número de acertos nas 26 questões do MBT para os grupos controle e experimental. Ambos os grupos consistem de alunos de período integral cursando a disciplina pela primeira vez.

	<i>MBT</i>
Controle	12,1 (5,1)
Experimental	12,2 (4,5)

Em todos os casos, utilizamos o fator  $g$  de Hedges (1981) como uma medida do tamanho do efeito (*effect size*) observado. O fator  $g$  de Hedges é uma diferença padronizada entre dois grupos, definida por:

$$g = \frac{\bar{x}_E - \bar{x}_C}{s_p^2} \quad (1)$$

onde  $\bar{x}_i$  é o valor médio observado para o grupo  $i$  ( $i = E$  para o grupo experimental e  $i = C$  para o grupo controle) e o desvio padrão combinado é dado por:

$$s_p = \sqrt{\frac{(n_E - 1)s_E^2 + (n_C - 1)s_C^2}{n_E + n_C - 2}} \quad (2)$$

onde  $n_i$  é o número de participantes de cada grupo e  $s_i$  é o desvio padrão de cada grupo. Embora o fator  $g$  de Hedges seja um estimador tendencioso, não foi necessário corrigir essa tendência, uma vez que o grande número de graus de liberdade ( $n_E + n_C - 2$ ) alcançados neste estudo a tornou insignificante (HEDGES, 1981).

Além disso, a razão de chances (*odds ratio*)  $RC$  para aprovação e o risco relativo (*risk ratio*)  $RR$  para reprovação foram calculados por:

$$RC = \frac{n_E^A/n_E^R}{n_C^A/n_C^R}, \quad RR = \frac{n_E^R/n_E^A}{n_C^R/n_C^A} \quad (3)$$

respectivamente, onde  $n_i^\alpha$  é o número de alunos do grupo  $i$  que foram aprovados ( $\alpha = A$ ) ou reprovados ( $\alpha = R$ ).

## RESULTADOS

As pontuações médias, os desvios padrão e o tamanho do efeito (fator  $g$ ) são apresentados na Tabela 4 para estudantes de meio período, e na Tabela 5 para estudantes de tempo integral. Em todos os casos, os alunos do grupo experimental obtiveram maiores notas médias do que os alunos do grupo controle. As diferenças observadas foram estatisticamente signifi-

cantes, ao nível- $p$  0,01, exceto para a prova do meio do semestre (P1) para os alunos de tempo integral, que atingiu significância estatística apenas ao nível- $p$  0,1. Os fatores  $g$  observados são comparáveis aos valores típicos de aprendizagem ativa em cursos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (FREEMAN, 2014)

Tabela 4 – Pontuações das provas de meio (P1) e final de semestre (P2) e desvio padrão para os grupos controle e experimental. Ambos os grupos são compostos apenas por alunos de meio período.

	P1	P2
Controle	2,9 (1,4)	4,2 (1,9)
Experimental	3,9 (1,7)	5,3 (2,0)
Fator $g$	0,69	0,61

Tabela 5 – Pontuações das provas de meio (P1) e final de semestre (P2) e desvio padrão para os grupos controle e experimental. Ambos os grupos são compostos por alunos de período integral matriculados na disciplina pela primeira vez.

	P1	P2
Controle	5,2 (2,5)	5,5 (2,3)
Experimental	5,6 (2,3)	6,3 (2,1)
Fator $g$	0,16	0,36

Outro resultado notável é que a metodologia ativa parece ter um impacto mais positivo nos alunos de meio período do que em alunos de tempo integral. Acreditamos que o motivo é que os alunos de tempo integral podem dedicar mais tempo ao estudo fora da aula do que os alunos de meio período. Assim, aulas mais eficazes, baseadas em uma metodologia ativa, parecem ter um efeito positivo maior em alunos de meio período, que têm menos tempo para estudar fora da aula, do que alunos de tempo integral, que podem compensar uma aula menos eficaz com estudo adicional fora da aula.

A Tabela 6 apresenta as frequências de aprovação e de reprovação e a taxa de reprovação para os grupos controle e experimental envolvidos nos dois testes. Como esperado, com a metodologia tradicional, estudantes de tem-

po integral têm um índice de reprovação muito menor do que os alunos de meio período.

Tabela 6 – Frequência de aprovação e reprovação para os grupos experimental e controle de meio período e período integral.

Grupo de meio período		
	Controle	Experimental
Aprovados	56	170
Reprovados	68	77
Taxa de reprovação	55%	31%
Grupo de período integral		
	Controle	Experimental
Aprovados	335	139
Reprovados	141	41
Taxa de reprovação	30%	23%

Notavelmente, a aprendizagem ativa reduziu os índices de reprovação dos estudantes de meio período ao nível observado entre alunos de tempo integral, levando a uma redução de 24 pontos percentuais, ou seja, uma diminuição de 44% na taxa de reprovação.

Para alunos de tempo integral, o efeito é menos pronunciado, mas, mesmo nesse caso, a taxa de reprovação foi reduzida em 7 pontos percentuais com a aprendizagem ativa, o que equivale a uma redução de 23% na taxa de reprovação.

A Tabela 7 apresenta a razão de chances  $RC$  para aprovação e o risco relativo  $RR$  para reprovação para os alunos dos dois testes. A análise dos riscos relativos mostra que um aluno de meio período, em uma turma com metodologia expositiva tradicional, corre 80% mais risco de ser reprovado em comparação com um estudante de meio período em uma turma de aprendizagem ativa, o que é um resultado notável. Já um aluno de tempo integral, em uma turma de metodologia expositiva tradicional, corre 30% mais risco de reprovação em comparação com um colega em uma turma de metodologia ativa.

Vale a pena mencionar aqui uma avaliação qualitativa do comportamento dos alunos em sala de aula com a implementação da metodologia ativa. Alguns dos alunos que já haviam cursado a disciplina em semestres anteriores, com metodologia expositiva tradicional, apresentaram maior resistência à mudança. Inicialmente, eles não participaram do trabalho

em grupo e não se sentiram motivados a tentar resolver os problemas sugeridos. Na verdade, podemos observar alguns aspectos mencionados por MICHAEL (2007) sobre as barreiras à aprendizagem ativa: “os alunos não sabem como fazer a aprendizagem ativa”, “os alunos não estão dispostos a se envolver na aprendizagem ativa” e “a expectativa dos alunos sobre o aprendizado é uma barreira”. O comportamento desses alunos indicou claramente que eles prefeririam ver os exercícios serem resolvidos pelo professor a terem eles mesmos a responsabilidade de resolvê-los.

Tabela 7 – Razão de chances  $RC$  para aprovação e risco relativo  $RR$  para reprovação para o grupo de alunos de meio período e para o grupo de alunos de período integral.

	$RC$	$RR$
Grupo de meio período	2.7	1.8
Grupo de tempo integral	1.4	1.3

No entanto, à medida que o semestre letivo avançava e que ficava claro que não haveria um retorno a uma abordagem expositiva tradicional, houve uma mudança de atitude por parte desses alunos, e vários deles começaram a participar mais efetivamente das aulas. Após algumas poucas aulas, mesmo os alunos mais resistentes perceberam que a metodologia ativa os ajudava na compreensão dos conceitos e na melhoria de suas habilidades de resolução de problemas.

No caso dos alunos que participaram da disciplina pela primeira vez, a aceitação da metodologia ativa e a participação em aula foi muito alta e com empolgação desde o início do semestre letivo.

Para ilustrar a satisfação dos alunos com a metodologia ativa, destacamos alguns comentários representativos que foram escritos pelos alunos na avaliação da disciplina e dos professores, conduzida pela Comissão Própria de Avaliação no final do semestre letivo:

*(I) O professor mudou seu estilo de ensinar, ele tornou mais dinâmico e divertido e fiquei mais interessado pelas aulas.*

*(II) Professor muito inteligente, o que faz com que os alunos tenham interesse no assunto. Ele estava disposto a responder todas*

*as questões com clareza. O curso foi muito mais dinâmico e me ajudou a entender a Física I.*

*(III) O ensino melhorou muito neste semestre e a interação com o professor, que não existia no último semestre, é muita boa neste semestre.*

*(IV) Com o novo modo de ensinar, minha compreensão da matéria melhorou.*

*(V) Ótimo professor! Clareza, objetividade e incentivar a participação dos alunos, são suas principais características.*

*(VI) Com a nova metodologia de ensino, a minha compreensão da física melhorou muito.*

*(VII) Aborda muito bem o assunto e sua maneira de agrupar alunos para resolver exercícios na aula me ajudou muito a entender o assunto.*

*(VIII) Todas as disciplinas deveriam adotar essa metodologia.*

Nestes comentários, podemos ver que os alunos identificam a metodologia ativa como uma ótima maneira de melhorar sua aprendizagem. Vale ressaltar também que os alunos percebem que sua interação com o professor foi muito positiva, ou seja, os alunos passaram a ver o professor como um parceiro na sua aprendizagem.

Os comentários de I a VI foram feitos por alunos que já haviam sido reprovados na disciplina no semestre anterior com uma metodologia expositiva tradicional. Como podemos ver, a percepção dos alunos sobre a eficácia da aprendizagem ativa, mesmo que leve algumas aulas, é muito forte. Depois de algumas aulas, eles preferem ser ensinados usando uma metodologia ativa.

## CONCLUSÕES

Em conclusão, nossas observações apontam que a metodologia ativa aumentou o desempenho dos alunos de engenharia em uma disciplina de Física básica com turmas grandes, com mais de 50 alunos. Além desse ponto principal, algumas observações podem ser re-

lacionadas às principais preocupações sobre a aprendizagem ativa: a aprendizagem ativa foi conduzida em salas de aula convencionais, sem necessidade de qualquer adaptação de mobiliário, de espaços ou de equipamentos adicionais; o tempo de preparação não foi muito maior do que o tempo necessário para preparar uma aula expositiva tradicional bem estruturada; a cobertura do conteúdo não foi comprometida pela aprendizagem ativa, embora uma fração razoável do tempo de aula tenha sido dedicada à aprendizagem ativa e não à exposição por parte dos professores. Por último, os estudantes reconheceram a eficácia da metodologia ativa e mostraram preferência por serem ensinados usando esse tipo de metodologia.

## REFERÊNCIAS

- ADAMSON, S. L. *et al.* Reformed instruction and its subsequent impact on secondary school teaching practices and student achievements. **Journal of Research in Science Teaching** v. 40, p. 939, 2003.
- AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view.** Dordrecht, Netherlands: Kluwer, 2000.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional.** Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BROWN, P. C.; ROEDIGER III, H. L.; MCDANIEL, M. A. **Make it stick: the science of successful learning.** Cambridge, MA: Harvard University Press, 2014.
- CHINAGLIA, E. F.; SANTOS, R. B. B. **Metodologia ativa para Física básica em cursos de engenharia.** In: Anais XLIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE, São Bernardo do Campo, 2015.
- COLLINS, J. W.; O'BRIEN, N. P. (Ed.). **The Greenwood dictionary of education.** 2. ed. Westport, CT: Greenwood, 2011.
- DESLAURIERS, L.; SCHELEW, E; WIEMAN, C. Improved learning in a large-enrollment Physics class. **Science**, v. 332, p. 862, 2011.
- ERICSSON, K. A.; KRAMPE, R. T.; TESCHROMER, C. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. **Psychological Review**, v. 100, p. 363, 1993.
- FREEMAN, S. *et al.*, Active learning increases student performance in science, engineering, and



mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences – PNAS**, v. 111, n. 23, p. 8410-8415, May 2014.

HAKE, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory Physics courses. **American Journal of Physics**, v. 66, p. 64, 1998.

HEDGES, L. V., Distribution theory for Glass' estimator of effect size and related estimators. **Journal of Educational Statistics** v. 6, p. 107, 1981.

HESTENES, D., WELLS, M. A., A mechanics baseline test. **The Physics Teacher** v. 30, p. 159, 1992.

KNOWLES, M. S. **The adult learner: a neglected species**. 4.ed. Houston, TX: Gulf Publishing, 1990.

LAWS, P.; SOKOLOFF, D.; THORNTON, R. Promoting active learning using the results of Physics Education research. **UniServe Science News** v. 13, p. 14, 1999.

MAZUR, E. **Peer instruction: a User's Manual** Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1997.

MICHAEL, J. Where's the evidence that active learning works? **Advances in Physiology Education** v. 30, p. 159, 2006.

MICHAEL, J. Faculty perceptions about barriers to active learning. **College Teaching** v. 55, p. 42, 2007.

MONKS, J.; SCHMIDT, R. The impact of class size and number of students on outcomes in Higher Education. **Cornell Digital Commons@ILR Working Paper** n. 114, 2010. Disponível em: <<http://digitalcommons.ilr.cornell.edu/workingpapers/114>>. Acesso em: 18 abr. 2015.

MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. **Journal of Engineering Education** v. 93, p. 223, 2004.

SLEZAK, C. *et al.* Investigating the effectiveness of the tutorials in introductory Physics in multiple instructional settings. **Physical Review Special Topics – Physics Education Research** v. 7, n. 2, p. 020116, 2011.

## DADOS DOS AUTORES



**Eliane de Fátima Chinaglia** – é bacharel em Física (Universidade de São Paulo, 1994), mestre em Ciências (Universidade de São Paulo, 1997) e doutora em Ciências (Universidade de São Paulo, 2002). Atualmente, é professora adjunta do Centro Universitário FEI, onde coordena a disciplina Física 2. Atua nas áreas de Ensino de Física para Engenharia, Fabricação e Caracterização de Filmes Finos Metálicos e Óxidos.



**Roberto Baginski Batista Santos** – é bacharel em Física (Universidade de São Paulo, 1994), mestre em Ciências (Universidade de São Paulo, 1998) e doutor em Ciências (Universidade de São Paulo, 2003). Atualmente, é professor adjunto do Centro Universitário FEI, onde chefa o Departamento de Física. Atua nas áreas de Ensino de Física para Engenharia e Ciência da Computação, Mecânica Quântica e Radiação em Dispositivos Eletrônicos.