

UTILIZAÇÃO DA SALA DE AULA INVERTIDA EM CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

Ricardo Luiz Perez Teixeira – ricardo.luiz@unifei.edu.br
Universidade Federal de Itajubá, IEI UNIFEI
Rua Irmã Ivone Drumond, 200, sala 2409, Distrito Industrial II,
35903-087 – Itabira – MG

Cynthia Helena Soares Bouças Teixeira – cyrilet@gmail.com
Autônomo, Autônomo
Av. Fleming, 871, bloco 05, AP 503
31310-490 – Belo Horizonte – MG

Priscilla Chantal Duarte Silva – priscillachantal@unifei.edu.br
Universidade Federal de Itajubá, ICPA UNIFEI
Rua Irmã Ivone Drumond, 200, sala 2432, Distrito Industrial II,
35903-087 – Itabira – MG

Resumo: Encadear ao processo de ensino/aprendizagem conteúdos práticos e teóricos constitui um desafio à educação em engenharia e ciências. Em princípio, esse desafio implica em novos instrumentos, atitudes e posturas nas práticas de ensino. O modelo de sala de aula invertida, como prática de ensino, apresenta-se como um instrumento para fomentar a participação efetiva do discente no aprendizado, pois este tem acesso ao conteúdo teórico prévio por meio de recursos e mídias digitais diversas, sempre norteado pelo facilitador docente. Neste processo, o discente, parte interlocutora do processo, tem facilitado o aprendizado e, assim, possibilita ao docente, facilitador do aprendizado, auxiliar assertivamente na aprendizagem. Neste estudo, apresentam-se os resultados da prática ensino de metodologias ativas de aprendizagem baseada em sala de aula invertida, flipped classroom, em um curso de Engenharia no Brasil. O objetivo da aplicação da sala invertida em educação em Engenharia, é se melhorar o rendimento acadêmico discente nas disciplinas específicas do curso de Engenharia, no intuito de fomentar a motivação e correlacionar prática e teoria, mudando o perfil do processo de ensino para o de aprendizagem ativa. O método utilizado nesta pesquisa é a Pesquisa-Ação, de base semi-quantitativos de abordagem de problemas orientada para a ação, em que os sujeitos não apenas pesquisam os temas buscando na ciência as possíveis soluções, mas também atuam como agentes. Os resultados semi-quantitativos obtidos indicaram um bom retorno no aprendizado e desempenho discentes com a utilização de aula invertida.

Palavras-chave: Aula invertida. Ensino superior. Metodologias ativas. Pesquisa-ação.

1 INTRODUÇÃO

A sala de aula invertida é uma modalidade de ensino híbrido (*blended learning*) com o acréscimo das experiências de *e-learning* (*electronic learning*) de ensino a distância. Esta

modalidade de ensino possibilita o autoaprendizado e o um engajamento *feedback* do discente no aprendizado, além de possibilitar uma abordagem pedagógica em um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo, no qual o docente facilitador guia os discentes na aplicação dos conceitos e conhecimentos (ARNOLD-GARZA, 2014; KARLSSON; JANSON, 2016). O docente facilitador, na sala de aula invertida, media e orienta a dinâmica e a prática das atividades necessárias ao aprendizado, bem como o retorno (*feedback*) de acordo com o conteúdo apresentado previamente ao discente (KARLSSON; JANSON, 2016). O conteúdo, conhecimentos e atividades disponibilizados previamente em módulos pelo docente, antes de cada módulo e aula proposta, permite que haja discussões acerca de determinado tema ou tópico, o que conduz a uma melhor aprendizagem, nas quais não há oportunidade de se focar na significação, ressignificação e assimilação dos conhecimentos por parte discente (ARNOLD-GARZA, 2014).

A sala de aula invertida é uma forma de aprendizagem ativa, que dá oportunidade de melhor uso do período em sala de aula (KARLSSON; JANSON, 2016). Este tempo otimizado (período) em sala de aula pode permitir a introdução de elementos ativos facilitadores nos módulos para a retenção do aprendizado, tais como as metodologias ativas de: *Project-Based Learning* (PBL), *Team-Based Learning* (TBL), Problematização, dentre outros.

Os quatro pilares fundamentais da aula invertida, apresentados na Tabela 1, propostos pela comunidade *Flipped Learning Network*, definidos por sua sigla FLIP (JENKINS et al, 2017), constituem aspectos centrais da estratégia para verificação da adequação da técnica de aprendizagem (BOLLELA, 2017). Após se avaliar a adequação da técnica para a aprendizagem, realiza-se o planejamento dos módulos de aprendizagem. Os módulos de aprendizagem consistem no planejamento de disponibilizar conteúdo de aprendizagem, previamente, de forma que o discente seja capaz de desenvolver, criar ou inovar ao concluir os módulos de aprendizagem com sucesso, com retenção e entendimento dos conteúdos trabalhados (BOLLELA, 2017). A Pirâmide da Taxonomia de Bloom pode auxiliar no norteamento do planejamento pela definição dos objetivos educacionais a serem alcançados pela aula invertida num nível hierárquico de desenvolvimentos de habilidades de pensamento a ser trabalho junto aos discentes, Figura 1.

Tabela 1. Os quatro pilares da Sala de Aula Invertida

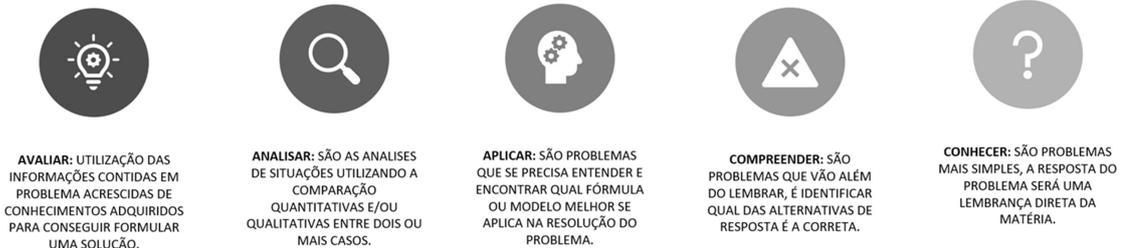
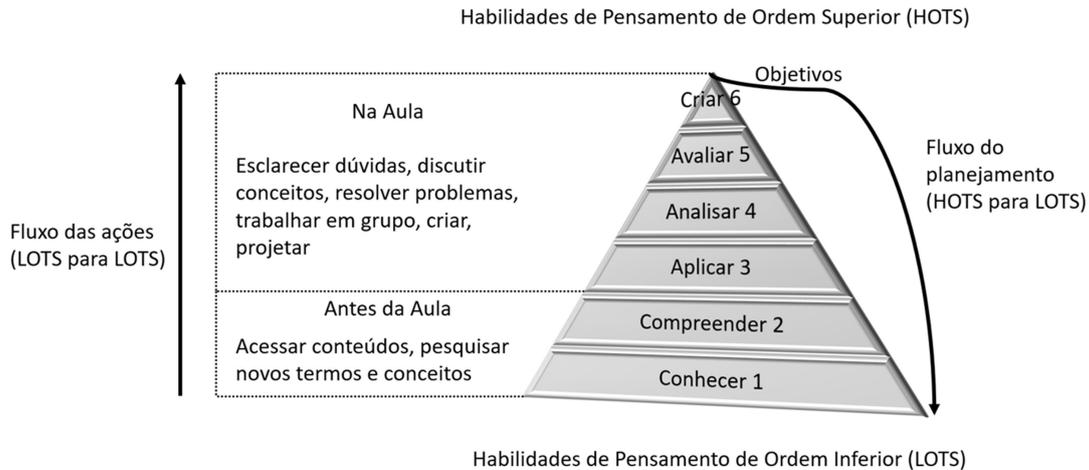
| | |
|---|--|
| <p>F</p> <p><i>Flexible</i>: ser flexível e favorecer o uso de diferentes modos de ensino/aprendizagem; Organizar o espaço físico, de modo a facilitar o trabalho em grupo; o professor deve compreender que estudantes aprendem em tempos diferentes, e assim acomodar estas diferenças na medida do possível, durante as atividades realizadas no momento presencial.</p> | <p>Estabeleço uma agenda que favoreça interação e reflexão por parte dos estudantes?</p> <p>Observo e acompanho continuamente estudantes para ajudá-los a fazerem ajustes, na medida do necessário?</p> <p>Ofereço aos estudantes diferentes oportunidades de aprender o conteúdo?</p> |
| <p>L</p> <p>Learning: nutrir a cultura de aprendizagem. O professor não deve ser mais a fonte primária e única da aprendizagem. O aprendizado deve estar centrado no estudante e na sua relação com os pares (<i>peer-learning</i>). O trabalho em sala de aula deve favorecer atividades que aprofundem e deem significado ao que está sendo aprendido.</p> | <p>Ofereço ao estudante oportunidades de estar no centro do próprio aprendizado, engajando-o em atividades relevantes e significativas para a sua aprendizagem?</p> <p>Deixo estas atividades continuamente acessíveis a todos os estudantes, sempre oferecendo <i>feedback</i>?</p> |

| | |
|---|---|
| <p>I</p> <p><i>Intentional teaching actions:</i> o professor deve ter intencionalidade naquilo que faz e propõe aos estudantes. As metas devem estar sempre relacionadas aos objetivos de aprendizagem esperados, ao longo e após a conclusão do curso/disciplina; o professor deve determinar o que deverá ser ensinado/aprendido e quais os recursos necessários para que isto aconteça; Planejamento é fundamental, assim como contextualizar o que está sendo aprendido!</p> | <p>Priorizo conceitos que foram apresentados na aula gravada para serem discutidos no presencial pelos estudantes?</p> <p>Crio e atualizo videoaulas relevantes e de boa qualidade para os estudantes?</p> <p>Preparo material didático diferenciado e capaz de alcançar todos os estudantes?</p> |
| <p>P</p> <p><i>Professional educator:</i> os professores devem avaliar e prover <i>feedback</i> regular aos estudantes; devem refletir sobre a sua prática; devem aceitar uma certa “desordem controlada” na sala de aula, enquanto os estudantes aprendem uns com os outros nas discussões e resolução das tarefas/problemas propostos; apesar de ter menos visibilidade na sala de aula invertida, o professor continua tendo um papel central no processo de ensino e aprendizagem.</p> | <p>Fico disponível para os estudantes (individual, em grupos) na medida em que é necessário?</p> <p>Faço avaliação formativa e dou <i>feedback</i> regular aos estudantes para informá-los sobre como poderão melhorar no futuro?</p> <p>Colaboro e reflito com outros educadores, assumindo a responsabilidade por revisar e melhorar minha prática docente?</p> |

Adaptado de BOLLELA, 2017

Utilizando a Pirâmide da Taxonomia de Bloom, pode-se estruturar melhor a organização hierárquica quanto aos objetivos educacionais a serem alcançados pela aula invertida (SCHNEIDERS, 2018). Assim, considerado, tem-se dos seis níveis apresentados pela Pirâmide de Bloom (JENKINS et al, 2017), partindo das habilidades de pensamento de ordem inferior (LOTS, do inglês - *Low Order Thinking Skills*), nos níveis mais baixos, seguindo na direção do desenvolvimento das habilidades de pensamento de ordem superior (HOTS, do inglês - *Higher Order Thinking Skills*), a etapa 6 (o topo da pirâmide) é a primeira a ser trabalhada na descrição do objetivo da aprendizagem. Definida esta primeira etapa, trabalha-se regressivamente para que as etapas anteriores sustentem as posteriores, a 5 em relação a 6, a 1 em relação a 2. As unidades de aprendizagem não necessariamente precisam percorrer todos os seis níveis propostos pela taxonomia. Entretanto, deve-se ter o objetivo bem estabelecido, etapa 6, pois o planejamento somente é realizado após a definição geral do objetivo de um módulo ou módulos. Como apresentado quando o planejamento se desenvolve das Habilidades de Pensamento de Ordem Superior (HOTS) para Habilidades de Pensamento de Ordem Inferior (LOTS), se tem o planejamento docente dos módulos de aprendizagem e estes módulos induzem ao discente a desenvolver suas habilidades e conhecimentos no sentido inverso do planejamento, isto é, dos LOTS em direção aos HOTS (SCHNEIDERS, 2018). Portanto, para o discente, as ações se iniciam pelos níveis mais baixos da Taxonomia de Bloom (assistir a vídeos, ler pequenos textos, buscar materiais alternativos, conhecer e aprender novos assuntos) e, nível a nível, evolui até o nível mais alto planejado pelo docente para uma unidade de aprendizagem específica, pratica da autonomia e organização, dentre outras.

Figura 1. Pirâmide de Bloom (SCHNEIDERS, 2018).



Adaptado de SCHNEIDERS, 2018.

Quanto às ações para implantação da aula invertida, reforça-se como necessário: realizar planejamento prévio dos módulos de aprendizagem; ter, possuir ou produzir materiais apropriados disponibilizados previamente aos discentes, antes de cada módulo das aulas; fomentar por técnicas apropriadas os discentes para que sejam agentes ativos em seus próprios aprendizados; ser um docente facilitador em cada módulo proposto de aula e um avaliador da aprendizagem, após o término da atividade discente.

2 METODOLOGIA

A pesquisa-ação foi a metodologia empregada neste estudo. Em tal metodologia, os discentes pesquisam não apenas os temas que buscam na ciência as possíveis soluções, mas também atuam como agentes-principais no aprendizado. A seguir, serão detalhadas as experiências em algumas disciplinas do curso de engenharia de materiais no Brasil.

Os participantes deste estudo incluíram, assim, discentes de um curso de engenharia de materiais envolvidos nas edições de aula invertida realizado no ano letivo de 2018, Tabela 2. De forma sucinta, tem-se que o conteúdo curricular, fornecido previamente antes do início de cada módulo, que incluía questionários e seminários, realizado em grupos de até 3 discentes, além de provas individuais ao final de cada módulo.

Tabela 2: Coleta de dados dos discentes

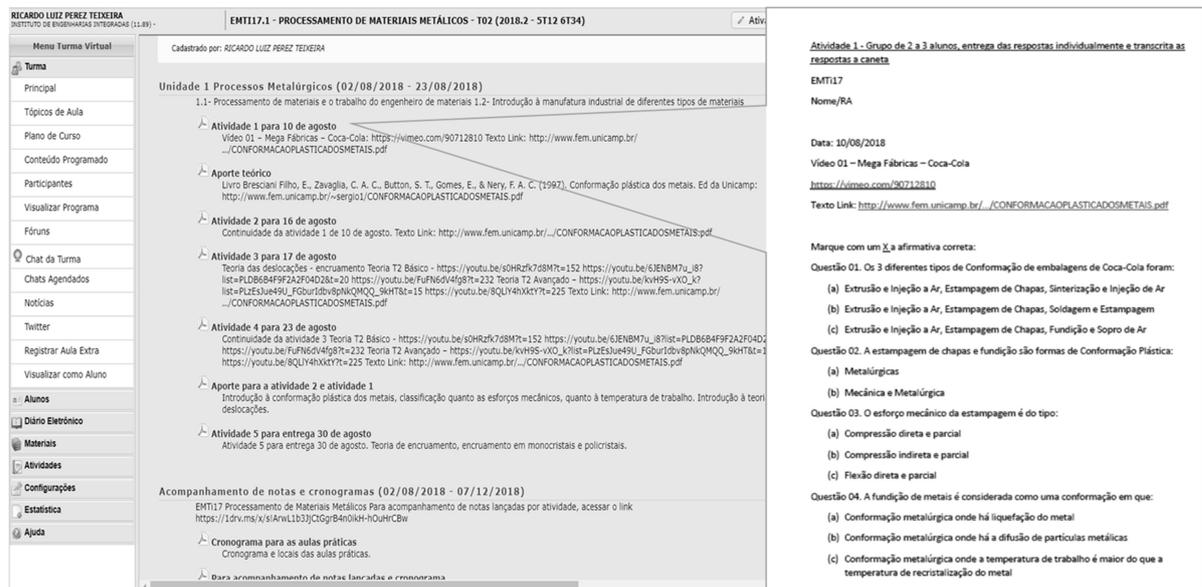
| Ano | Semestre | Código | Nº de discentes | Disciplina |
|-----|----------|--------|-----------------|------------|
|-----|----------|--------|-----------------|------------|

| | | | | |
|------|-------------|----------|----|--|
| 2018 | 2º Semestre | EMTI35 | 14 | FILMES FINOS (Optativa) |
| 2018 | 2º Semestre | EMTI17.1 | 22 | PROCESSAMENTO DE MATERIAIS METÁLICOS (Obrigatória) |
| 2018 | 1º Semestre | EMTI10.1 | 15 | MATERIAIS METÁLICOS (Obrigatória) |
| 2018 | 1º Semestre | EMT055 | 17 | SOLIDIFICAÇÃO DE METAIS (Optativa) |

Fonte: dados dos autores.

O conteúdo curricular das aulas para estudo prévio foi disponibilizado aos discentes, antes do início de cada módulo de aprendizagem, pelo portal SIGAA (CARVALHO et al., 2011) da universidade (ao qual o discente tem acesso pelo CPF e senha pessoal) em módulos, conforme Figura 2. O discente, assim, tem acesso prévio ao conteúdo curricular em documento para baixar via SIGAA (links para download no SIGAA) como: textos bibliográficos acessíveis via Biblioteca Universitária e Google Acadêmico e vídeos técnicos-didáticos, Figura 2. Todo o conteúdo prévio fornecido ao discente (conteúdo bibliográfico, vídeos técnico-didáticos, exercícios dos módulos, provas no final de cada módulo e trabalhos em grupo) possibilita ao discente levantar dúvidas e elaborar comentários, o que conduz ao aprofundamento do aprendizado. Resumindo, no período da aula invertida, discute-se e se chega ao entendimento de todo o conteúdo curricular proposto, já vistos e trabalhados pelo discente nos módulos disponíveis no SIGAA, com o auxílio e a intermediação do docente facilitador e mediador do processo de aprendizado.

Figura 2. Módulos acessíveis pelo SIGAA.



The screenshot displays the SIGAA system interface for the course 'EMTI17.1 - PROCESSAMENTO DE MATERIAIS METÁLICOS - T02 (2018.2 - ST12 6134)'. The main content area lists activities such as 'Atividade 1 para 10 de agosto' and 'Atividade 2 para 16 de agosto', each with associated video and text links. The right-hand panel contains a section for 'Atividade 1 - Grupo de 2 a 3 alunos' with a list of multiple-choice questions (Questão 01 to Questão 04) related to metal processing techniques like extrusion and sintering.

Fonte: dados dos autores.

A aula invertida foi utilizada em quatro disciplinas diferentes do ciclo específico de um curso de Engenharia de Materiais no período de dois semestres consecutivos, Tabela 1. Nos dias da aula invertida para cada disciplina da Tabela 2, os módulos foram repassados, porém não da forma tradicional, pois considerando que os alunos já o haviam estudado previamente, o que possibilitou maior interação e resolução de dúvidas. Em momentos importantes ao término de cada módulo ou de conceitos importantes, foram fornecidos e apresentados vídeos e os exercícios de fixação para os grupos propostos aos discentes (grupo de 2 a 3 discentes), planejados de modo a nunca permitir mais do que 15 a 20 minutos de discussão de teoria. O SIGAA universitário, possibilitou ainda a criação de um fórum, monitorado pelo docente, de

discussão da matéria, em conjunto com o perfil EMT-UNIFEI do Facebook na internet. Neste fórum, no SIGAA, os discentes colocavam dúvidas que surgissem durante a leitura e estudo do conteúdo, bem como auxiliavam aos colegas e tinham o auxílio periódico (quinzenal) do docente.

No início e após as provas finais individuais, foram realizadas avaliações do processo de ensino (APE), sendo somadas em conjunto as respostas discentes para as quatro disciplinas de estudo deste trabalho (Tabela 2), conforme DE REZENDE JÚNIOR et al. (2013). O APE, foi assim, dividido em Fase 1 (antes do início do módulo 1) e em Fase 2 (após a prova individual final). O APE apresenta parte da avaliação quantitativa de sete critérios coletados, por meio de questionário tipo *survey*, junto aos discentes onde: o conceito (I) Insuficiente, 2,0 representa o conceito (R) Regular, 3,0 representa o conceito (B) Bom, 4,0 representa o conceito (O) Ótimo e 5,0 representa o conceito (E) Excelente), conforme Tabela 3. Em conjunto com o APE, realizou-se ao término da Fase 02, a avaliação acadêmica dos discentes de cada disciplina, dispendo-os em gráfico na Figura 3, com valores médios e o desvio padrão da média obtida pelos discentes em cada disciplina.

Tabela 3- Perguntas de Acompanhamento do Aprendizado

| Perguntas | Avaliação de 1 a 5 pelo discente* |
|--|-----------------------------------|
| 1. Você se sente motivado para a execução do trabalho proposto? | |
| 2. Você considera relevante para o aprendizado em engenharia de materiais o trabalho proposto? | |
| 3. Você visualiza a integração dos conhecimentos no trabalho proposto? | |
| 4. Você considera que será fácil a caracterização do material deste trabalho? | |
| 5. Considera o tempo para finalização das atividades proposto adequado? | |
| 6. Compreendeu a forma proposta de apresentação dos resultados e de avaliação? | |
| 7. Considera que será alcançado os Objetivos Educacionais Propostos? | |

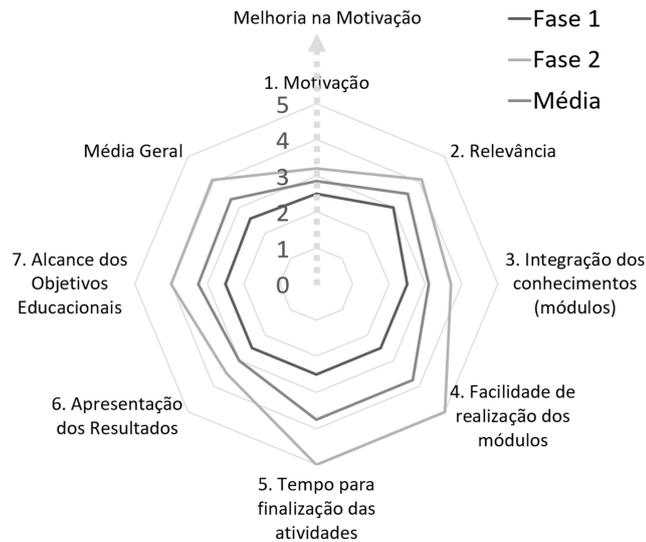
* 1,0 Não, definitivamente; 2,0 Não, parcialmente; 3,0 Sim, parcialmente; 4,0 Sim; 5,0 Sim, definitivamente

Fonte: dados dos autores

3 RESULTADOS

A avaliação da aprendizagem e o desempenho dos discentes foi significativa (num total de 68 discentes), conforme resultados da Avaliação do Processo Educacional, APE proposto por De REZENDE JÚNIOR et al. (2013), com valor médio geral 4 (conceito ótimo), Figura 3, e desempenho superior a 7,0 (70% ou conceito C, bom) para as duas Fases propostas na aula invertida, Figura 4.

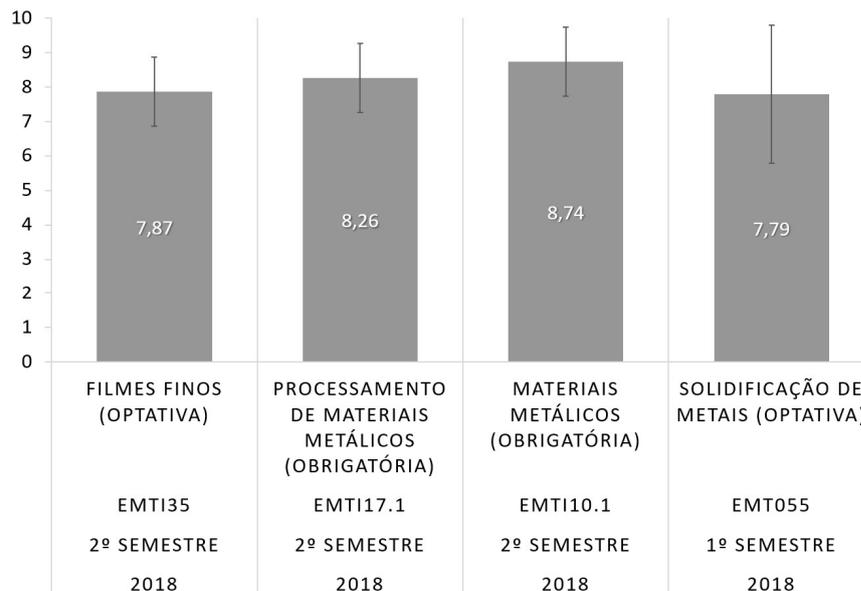
Figura 3 - Consolidação de parte da Avaliação do Processo Educacional (APE).



Fonte: dados dos autores.

Pelo gráfico da Figura 3, tem-se uma tendência de maior dificuldade quanto aos resultados a apresentar (6) e a motivação (1) com o avanço de cada fase proposta, apesar da avaliação excelente quanto ao tempo de finalização das atividades (5). O SIGAA permite um controle melhor do tempo na divulgação das atividades e seus resultados (CARVALHO et al., 2011). Na Figura 3, tem-se um menor crescimento, da Fase 1 para Fase 2, na motivação (1) e nos resultados a apresentar (6), bem como da relevância (2), por parte de retorno discente, indicada pela seta. Infere-se ao menor crescimento de (1), (2) e (6) na Fase 2 ao contato, inédito, discente, com uma nova metodologia de aula invertida, em que o próprio discente é ativo no próprio aprendizado (média 3, considerado (B) Bom).

Figura 4 – Média aritmética das notas dos discentes em cada disciplina.



Fonte: dados dos autores.

O desempenho acadêmico apresentado pelos discentes foi superior a 7,0 (70% ou conceito C, bom) ao final de cada semestre, sendo que os melhores desempenhos médios foram alcançados pelos discentes nas disciplinas obrigatórias, apesar da proximidade dos resultados considerando o erro da média, segundo a Figura 4. Os melhores resultados no desempenho acadêmico para as disciplinas obrigatórias, conforme a Figura 4, são atribuídos à priorização das disciplinas obrigatórias por parte discente, pois elas seriam pré-requisitos para disciplinas posteriores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os discentes apresentaram retorno positivo quanto ao aprendizado e ao desempenho acadêmico com o uso de metodologias ativas de aula invertida. Destaca-se, pela Avaliação do Processo Educacional discente, que a metodologia ativa por aula invertida possibilita fomentar a motivação discente, bem como um melhor uso do tempo de aprendizagem discente. Apesar de ser pequena a melhoria motivacional, segundo os resultados de APE, ela pode promover a percepção da integração de conhecimentos, a percepção da transdisciplinaridade por parte discente. A menção de práticas acadêmicas de metodologias ativas nas disciplinas está prevista no Plano Pedagógico atual do curso de engenharia de materiais apresentado neste trabalho.

Agradecimentos

Ao Núcleo Pedagógico da UNIFEI Campus de Itabira e ao Grupo de Metodologias Ativas (MAES) da UNIFEI Campus de Itabira.

REFERÊNCIAS

ARNOLD-GARZA, Sara. The flipped classroom teaching model and its use for information literacy instruction. **Communications in Information Literacy**, v. 8, n. 1, p. 9, 2014.

BOLLELA, Valdes Roberto. Sala de aula invertida na educação para as profissões de saúde: conceitos essenciais para a prática. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 14, n. 1, 2017.

CARVALHO, Rosângela S. et al. **Integração entre o Sistema de Gestão Acadêmica e o Sistema de Gestão da Aprendizagem: Ação reflexiva na prática docente**. Revista Opara, v. 1, n. 1, p. 215-229, 2011.

De REZENDE JÚNIOR, R. A. et al. Aplicabilidade de metodologias ativas em cursos de graduação em engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 41, 2013, Gramado. **Anais**. Gramado: Cobenge, 2013.

JENKINS, Martin et al. Enhancing the design and analysis of flipped learning strategies. **Teaching & Learning Inquiry**, v. 5, n. 1, p. 1-12, 2017.

KARLSSON, Gunnar; JANSON, Sverker. The flipped classroom: a model for active student learning. **From books to MOOCs**, p. 127-136, 2016.

SCHNEIDERS, Luís A. **O método da sala de aula invertida (flipped classroom)**. Lajeado: Ed. da Univates, 2018.

APPLYING FLIPPED CLASSROOM TEACHING MODEL IN A MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING COURSE

Abstract: *In this study, the results of experiences of application of Flipped Classroom teaching model in a materials science and engineering course in Brazil are showed. Improving student engagement, performance and learning in the specific disciplines of the engineering course is the main objective of the application of the Flipped Classroom teaching in engineering education. It is expected to enhance student motivation (increased engagement), because flipped learning promotes thinking in and out of the classroom, with students more actively involved in the learning process. Flipped Learning Feedback from students is more frequent, and research shows feedback has the strongest effect size of any instructional practice. Therefore, it was based on the hypothesis that a methodology aimed at a more active participation of the student, as well as the opportunity to deal with problems was able to engender motivation and minimize the number of students failing and evasion. The action-research was the methodology used for this study, in which the subjects not only research the themes seeking in science the possible solutions, but also act as key agents. The results indicated an optimistic return on students learning and performance with the use of Flipped Classroom.*

Key-words: *action-research practices, active learning methodologies, flipped classroom. higher education*