

A sala de aula invertida na perspectiva de discentes de graduação em Ciências Exatas, Computação e Engenharias

The flipped classroom in the STEM areas courses: undergraduates' perspectives

Marcelo Valério

Universidade Federal do Paraná – *campus* Jandaia do Sul
marcelovalerio@ufpr.br

William Junior do Nascimento

Universidade Federal do Paraná – *campus* Jandaia do Sul
williamjn@ufpr.br

Gabrielly Giovana Pereira Senes

Universidade Federal do Paraná – *campus* Jandaia do Sul
gabriellysenes@gmail.com

Joschua Rezende da Silva

Universidade Federal do Paraná – *campus* Jandaia do Sul
rezendejoschua@gmail.com

Resumo

A sala de aula invertida (SAI) é uma abordagem que reorganiza tempos e afazeres didáticos, e que tem recebido grande atenção de professores, pesquisadores e instituições nos últimos anos. Com a participação de tecnologias digitais, os estudantes têm acesso prévio aos conteúdos e dedicam o tempo em sala à exploração e aplicação do conhecimento. Este artigo apresenta parte dos resultados de uma investigação sobre a percepção de graduandos/as que vivenciaram a SAI em seus cursos das áreas de Ciências Exatas, Computação e Engenharias. Suas declarações sobre os benefícios reconhecidos e desafios enfrentados, colhidas em questionário, foram sistematizadas e analisadas nos termos da Análise Textual Discursiva. Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa e que resulta na descrição e interpretação teórica da perspectiva dos estudantes, culminando em um metatexto que sugere prós e contras da adoção e implementação da SAI em contextos similares.

Palavras chave: ensino superior, metodologias ativas, inovação pedagógica, ensino híbrido

Abstract

In the flipped classroom approach (FCA) students have prior access to educational contents and dedicate their time in the classroom to the exploration and application of

knowledge. Harnessing the potential of digital technologies, this approach reorganizes didactic and has been attracting attention from faculty members, teachers, researchers and educational institutions in the last years. This article presents partial results of an investigation on the perception of undergraduates who have experienced FCA in their courses in STEM areas. Their statements on the recognized benefits and challenges were systematized and analyzed in terms of the Discursive Textual Analysis. This is a qualitative research that consists in the description and theoretical interpretation of the students' point of view, materialized in a metatext that suggests the pros and cons of adopting and implementing the FCA in similar contexts.

Key words: higher education, active learning, pedagogical innovation, blended learning

A sala de aula invertida como fenômeno educativo

As ciências da educação e do ensino são campos de pesquisa pelos quais transitam muitas promessas e esperanças. Pedagogias e Didáticas são territórios de disputa de projetos de mundo e de sociedade, de modo que seus movimentos e pretensos avanços merecem análises atentas e parcimoniosas (DUARTE, 2001).

A despeito da revolução tecnológica do século 20, de muitos aparatos promissores e suas possibilidades disruptivas - do rádio ao computador pessoal -, as práticas de ensino e as estruturas curriculares permaneceram bastante estáveis e resistentes (MULLER, 2014; WALDROP, 2015). O desenvolvimento das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) na virada do século, sobretudo com o advento da rede mundial de computadores, voltou a encher de esperança educadores/as. No bojo de possibilidades como a educação a distância, o ensino remoto e o ensino híbrido, ou, ainda, de discursos como educação 4.0, antigas ideias e práticas pedagógicas - como o ensino centrado no estudante e aprendizagem ativa - adquiriram novas roupagens e encontraram canais atualizados para se fazer repercutir. Hoje, professores/as são instados a explorar os recursos de dispositivos móveis e *softwares*, e a incorporar em suas ações perspectivas como a *gameificação*, cultura *maker* ou aprendizagem baseada em problemas (VALENTE, 2014a; 2014b).

Nesse contexto, a repercussão do arranjo didático da SAI é um emblema. Ele propõe reorganizar o tempo, os compromissos e os afazeres do ensino-aprendizagem, com o intuito de inverter a lógica habitual do que acontece dentro e fora de sala de aula. Diferente do ensino tradicional, no qual os alunos tomam contato com os conteúdos pela primeira vez em sala e operacionalizam tais conhecimentos a seguir, em casa, na SAI os alunos antecipam seus estudos para que possam utilizar o tempo disponível presencialmente para sanar dúvidas, aplicar os conhecimentos e desenvolver novos saberes com seus pares. Em síntese, trata-se de uma rotina de estudo prévio, que ocorre mediante o envio ou disponibilização antecipada de materiais e atividades por meio de TDICs pelos professores; seguida da aplicação de metodologias ativas de aprendizagem quando do encontro presencial, como forma de experimentar, aplicar e consolidar os conhecimentos (JOHNSON et al., 2014; VALÉRIO; MOREIRA, 2018).

Embora sua história remonte à década de 90, a SAI se difunde a partir de 2007 com um trabalho desenvolvido por dois professores de Química do Ensino Médio; e 2009, a partir de um artigo de um professor de Física da universidade de *Harvard*. O impacto midiático do livro de Bergmann e Sams (2012) e do artigo de Mazur (2009)

oferecem à SAI contornos de inovação e revolução educacional. Logo, muitas universidades estadunidenses passam a explorar e conferir prestígio ao arranjo didático, difundindo o modelo pelo mundo (BART, 2013; JOHNSON et al., 2014).

A produção acadêmica a respeito cresceu vertiginosamente, com resultados compilados em algumas revisões de literatura e metanálises. Estes trabalhos sintetizam que a SAI estaria ampliando a frequência dos estudantes, estimulando melhores resultados, incrementando habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas, aprofundando o domínio dos conteúdos, ampliando as interações e permitindo a adequação do ensino à diferentes ritmos de aprendizagem - efeitos alvissareiros que, obviamente, despertaram interesse da comunidade educacional (resultados compilados e citados em Valério e Moreira (2018)).

Mas após uma impressionante e afoita acolhida, a diversificação das pesquisas e a experimentação do modelo em diferentes cenários e contextos trouxe também o arrefecimento desses resultados e a formulação de críticas. Inicialmente os contrapontos foram de natureza teórica, sugerindo que a SAI seria um “modismo” e o “escolanovismo requeitado” (PACHECO, 2014); e que a proposta de estudo prévio atendia a interesses econômicos do mercado editorial e de mídias digitais (BOGOST, 2013). Mais recentemente, porém, começaram a surgir evidências de que a SAI não era adequada para todo tipo de curso, disciplina e momento do currículo; de que não acolhia todo tipo de estudante, podendo alijar os menos capazes de superar seus desafios e, assim, ser antidemocrática; de que seus benefícios não decorrem do estudo prévio, mas da mudança na atividade presencial e de que não haveria correlação direta entre a SAI e melhora de desempenho (JENSEN; KUMMER; GODOY, 2015; DeLOZIER; RHODES, 2017; SLETTEN, 2017; VALÉRIO; MOREIRA, 2018).

Por tudo isso, temos defendido em trabalhos anteriores que a *“repercussão e propagação da sala de aula invertida em países como o Brasil merece atenção pedagógica e esforços de pesquisa acadêmica”* (VALÉRIO; BELETI-JUNIOR, 2019; VALÉRIO et al., 2021, p.103).

Neste artigo, portanto, trazemos resultados de uma investigação da percepção de estudantes que vivenciaram a SAI como abordagem didática privilegiada em disciplinas de graduação nas áreas do acrônimo STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, em inglês). Em diálogo com outra publicação recente (VALÉRIO et al., 2021), apresentamos nesta uma análise qualitativa de duas questões a partir das quais os universitários compuseram um rol de considerações sobre sua vivência no contexto peculiar da universidade pública brasileira.

A experiência e a metodologia

Durante o primeiro semestre de 2017, 5 professores de um *campus* de interiorização de uma universidade pública estruturaram 7 disciplinas do núcleo comum de 5 cursos de graduação na proposta da SAI. As disciplinas foram Geometria Analítica, Física I e Química III, no curso de Licenciatura em Ciências Exatas; Física II, nos cursos de Engenharia de Produção e Engenharia Agrícola; Microbiologia Geral e Química Orgânica, no curso de Engenharia de Alimentos; e, finalmente, Arquitetura de Computadores, na Licenciatura em Computação. Tal experiência foi acompanhada no âmbito de um projeto de iniciação científica com o objetivo central de compreender as percepções dos estudantes a respeito. Um questionário próprio foi desenvolvido e

aplicado, contendo dezessete itens: duas questões de caracterização; treze de asserção de valor (já exploradas em Valério et al. (2021)); e duas questões abertas, as quais são analisadas de modo específico e detalhado neste trabalho.

De 166 estudantes concluintes das disciplinas, 87 ofereceram respostas às seguintes perguntas: “*O que você mais gostou como aluno de uma SAI?*” (Pense nos benefícios que percebeu); e “*Que sugestões você daria para melhorar a SAI?* (Pense nas desvantagens que percebeu)”. Um total de 122 questionários foram respondidos (já que havia estudantes matriculados em mais de uma disciplina) representando 59% do universo amostral (207 matrículas). A maior parte eram mulheres e a média etária era de 20 anos de idade. Foram 50 alunos de Engenharia e 37 de Licenciatura. Para 72 foi a primeira experiência com a SAI.

A análise das respostas foi guiada por uma filiação qualitativa, de orientação hermenêutica, sediada em um paradigma interpretativo e materializada na adoção da análise textual discursiva (ATD) (MORAES, 2003; MORAES; GALIAZZI, 2007).

Nos termos da ATD, 244 respostas foram exploradas em leituras imersivas e recursivas pela equipe. Em seguida, foi feita a unitarização das respostas em unidades de sentido, codificadas para identificação (alfanumérico, definindo respondente, excerto e pergunta). As 2 questões resultaram, respectivamente, em 170 e 167 fragmentos. Na etapa seguinte se atribuíram significados às unidades, já em um esforço interpretativo de aglutinações e sínteses. As unidades de significado dão origem ao processo de elaboração de categorias da ATD, exigindo o diálogo com o referencial teórico, mas, e sobretudo, permitindo que novas compreensões possam emergir. Após exaustivos ajustes e negociações entre os pesquisadores, as unidades de significado da questão “A” foram condensadas em 9 categorias iniciais, posteriormente reunidas em 4 grandes temas de análise (categorias finais): percepção dos alunos em atividades pré-classe; percepção das atividades em classe; implicações da vivência; e, por fim, resistências. Para a questão “B”, as interpretações e aglutinações resultaram em 14 categorias iniciais e, depois, em 4 categorias de análise: críticas à docência; estudo prévio; encontros presenciais; e autocrítica discente. A tabela abaixo ilustra parte desse processo interpretativo e heurístico:

Tabela 1: Processo de significação e categorização.

Questão	Unidades de sentido	Unidade de Significado	Categoria
A	85.1 - <i>Incentiva a responsabilidade, possibilidade de aprender além dos conteúdos passados em sala por métodos tradicionais e resolução explicativa e com bom ritmo.</i> 97.1.A - <i>O comprometimento do aluno com a disciplina que passa a ser maior em comparação com as outras.</i>	Desenvolvimento da autonomia e independência	Implicações da experiência
B	5.1.B - <i>Sugestão para o professor: deve ser paciente ao ponto em que cada aluno aprende de forma diferente, perante suas dificuldades e limitações.</i> 21.1.B <i>Que os professores conheçam mais os alunos e suas dificuldades.</i>	Críticas ao acolhimento dos diferentes ritmos de aprendizagem	Críticas à docência

Fonte: Autores.

Com base nas categorias elencadas e focalizando uma análise por relevância implícita dos dados, passou-se à elaboração do metatexto. Arte final da ATD, trata-se do

registro descrito, interpretado e teorizado das mensagens, à luz da literatura e do que a própria pesquisa foi capaz de expor (PEDRUZZI et al., 2015). O texto que se apresenta na seção seguinte, portanto, sistematiza e interpreta as declarações dos participantes.

A percepção dos estudantes

Os discentes desta pesquisa valorizam a possibilidade do estudo prévio como elemento de segurança e preparo para o encontro presencial. O aluno 83 diz ter percebido *“uma melhora na sala de aula pois já tinha conhecimento do que seria abordado”*, do mesmo modo que sua colega, 73, que declara que *“quando chegava na aula e tinha a resolução de algum exercício a discussão sobre a matéria eu já sabia opinar e não chegava perdida”*. O estudante 47 sintetiza essas percepções sugerindo que um benefício da SAI é que ele podia *“conhecer o conteúdo antes e ter capacidade de compreendê-lo melhor”*. E repercutem, assim, os resultados encontrados por Musallam (2010) e Ogden (2015), e também das revisões já citadas, que apontam que a maior parte dos alunos recebem bem a ideia de terem acesso prévio aos materiais, estabelecer ritmos próprios de estudo e aprender de modo mais independente.

Para alguns isso resulta, justamente, na possibilidade de que aumentem seu tempo, frequência e dedicação aos estudos. Há declarações como as do discente 59, que reconhece que o seu *“tempo de dedicação para essa disciplina foi maior antes da aula”*; ou do estudante 96, que aponta *“que desta forma o aluno tem mais interesse em buscar o conteúdo e pesquisar sobre”*. Os discentes 9 e 10 deram respostas similares, situando que aumentaram sua frequência porque perceberam a necessidade (*sic*) – uma situação já descrita por Sengel (2016).

No tocante às atividades em classe, os discentes dizem ter encontrado satisfação com a experiência presencial por conta, principalmente, da possibilidade de sanar suas dúvidas em tempo real (ensino imediato). A citação abaixo é composta por algumas manifestações nesse sentido:

“Antes mesmo do início da aula já podia esclarecer minhas dúvidas que adquirira na leitura da nota de aula em casa”(84). O professor *“resolveu mais exercícios no horário de aula e tirou dúvidas”* (98) e *“quando o professor começa a responder às indagações dos alunos, os demais conseguem se situar melhor no conteúdo”* (54).

Em relação às interações com os colegas e professores, comentam haver mais e melhores discussões, corroborando a literatura que salienta que a SAI exige dos alunos maior colaboração e engajamento nos diálogos em sala de aula (GIANNAKOS; KROGSTIE; CHRISOCHOIDES, 2017). Os estudantes 50 e 56 se disseram animados, respectivamente, com o *“fato de ter mais interação entre aluno-professor na boa forma de diálogo”* e da *“proximidade entre alunos e professor (com) maior abertura de diálogo com o professor”*.

Ainda como benefícios, insinuam estarem mais responsáveis e independentes: o aluno 93 apontou o valor de *“levar a matéria do (seu) ritmo”* e seu colega 02 percebeu sua *“capacidade de ser autodidata”*. Outros estudantes atestam, ainda, um melhor domínio dos conteúdos: o 72, por exemplo, comentou haver uma *“maior compreensão durante a aula”*.

Apesar disso tudo, os resultados não são homogêneos e se constata um considerável contingente de estudantes relutantes e resistentes. Quando convidados a dar sugestões para melhorar a experiência, considerando os desafios enfrentados,

avultam considerações para que a adoção da SAI fosse paulatina, entendendo que isso poderia resultar em uma maior aceitação e aproveitamento. Nesse sentido, alguns reivindicam a mescla entre o modelo invertido e tradicional.

Entre as resistências, há desde aquelas baseadas em simples apreciações (gostar ou não) até críticas ao desempenho e postura de seus professores. O aluno 24, por exemplo, acusa que *“a proposta parece ótima e a professora demonstra o domínio do conteúdo, porém há vícios e resquícios fortes do tradicional”*. Em outras palavras, seu colega 21 sugere que os professores precisam *“conhecer mais os alunos e suas dificuldades”*. Como atenuante, cabe destacar que essa experiência fora também a primeira dos docentes em questão (ver Valério et al. (2019)), e que estes enfrentaram muitos desafios técnicos e epistemológicos para alterar suas práticas e posturas pedagógicas.

Infelizmente, e com certos impactos à vivência de todos os envolvidos, reflexos dessa situação se evidenciam nos protestos dos estudantes contra a falta de organização no envio dos materiais prévios. Foram vários os reclames de sobrecarga e de tempo escasso para o estudo, além do impacto dessa nova rotina sobre outras atividades. Os estudantes apontam que *“os professores podem ser mais organizados em questão da disponibilidade dos materiais didáticos”* (01), devem se preocupar em *“manter o plano de aula durante todo o semestre”* (45).

Fazendo ressoar autores Sletten (2017), que questiona a autogerência da aprendizagem pelos alunos, eles reivindicam que os professores optem também por uma breve revisão dos conteúdos estudados. Foram recorrentes declarações de que as aulas deveriam começar com *“uma breve revisão sobre o assunto”* (108), permitindo que *“toda a sala, até mesmo os que não estudaram antecipadamente acompanhem”* (111).

Também reprovaram sua responsabilização pelo desempenho final e aconselham maior atenção e acolhimento por parte dos professores às dificuldades e aos diferentes ritmos de aprendizagem que possuem. Os estudantes 24 e 44, por exemplo, fizeram denúncias duras, nesse sentido: o primeiro, acusou que *“a metodologia não pareceu à sério, continua engessada. A postura docente continua como a tradicional, responsabilizando o aluno pelo fracasso e desinteresse”*; e o segundo defendeu um *“envolvimento sério do docente com a metodologia, porque era nítido que o professor raramente planejava as aulas, e responsabilizava os alunos pelo fracasso (não fazia autocrítica)”*.

Portanto, como se nota, embora haja discentes para os quais a sala de aula se mostra enriquecedora e satisfatória, outros grupos denotam que a abordagem pode ser um inconveniente desafio - debate já apresentado por McNally et al. (2017). E mesmo que a percepção dos estudantes seja uma métrica limitada, cremos que ela fortaleça a tese de que a qualidade do encontro presencial é tão ou mais importante que o advento do estudo prévio; e que a capacidade de autogerência do aprendizado pelos estudantes fora de sala de aula não pode ser tomada como ponto pacífico. Por fim, deve-se considerar a constatação de que a SAI não funciona da mesma forma para todos os conteúdos, disciplinas e perfis docentes e discentes.

Referências

ABEYEKERA, L.; DAWSON, P. Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research. **Higher Education Research & Development**, v.34, n.1, p.1-14, 2015.

- BART, M. Survey confirms the growth of the flipped classroom. **Faculty Focus**. 2013.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip Your Classroom: reach every student in every class every day**. Eugene, Oregon: Iste, 2012.
- BISHOP, J. L.; VERLEGER, M. A. The flipped classroom: a survey of the research. Proceedings of the Annual **Conference** of the American Society for Engineering Education, jan. 2013, p.6219, 2013.
- BOGOST, I. The Condensed Classroom: “Flipped” classrooms don’t invert traditional learning so much as abstract it. **The Atlantic**, 27 ago. 2013.
- DELOZIER, S. J.; RHODES, M. G. Flipped Classrooms: a Review of Key Ideas and Recommendations for Practice. **Educational Psychology Review**, v. 29, n. 1, p. 141-151, 2017.
- DUARTE, N. As pedagogias do aprender a aprender e algumas ilusões da assim chamada sociedade do conhecimento. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n.18, p.35-40, set. 2001.
- GIANNAKOS, M. N.; KROGSTIE, J.; CHRISOCHOIDES, N. Reviewing the flipped classroom research. Proceedings of the Computer Science Education Research **Conference** on – CSERC’, 14, p. 23-29, fev. 2014
- HAMDAN, *et al.* A white paper based on the literature review titled a review of flipped learning. **Flipped Learning Network**, Pearson, George Mason University, 2013..
- HUBER, E.; WERNER, A. A review of the literature on flipping the STEM classroom: preliminary findings. Show Me The Learning. **Proceedings Ascilite**. Adelaide: Ascilite, 2016.
- JENSEN, J. L.; KUMMER, T. A.; GODOY, P. D. D. M. Improvements from a flipped classroom may simply be the fruits of active learning. **CBE – Life Sciences Education**, vol. 14, p. 1-12, spring 2015.
- JOHNSON, L.; *et al.* NMC Horizon Report: 2014. Higher Education Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium. 2014.
- MAZUR, E. Farewell, Lecture? **Science**, v. 323, p. 50-51, 2009.
- MCNALLY, B. *et al.* Flipped classroom experiences: student preferences and flip strategy in a higher education context. **Higher Education**, v. 73, n. 2, p. 281-298, 2017.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.
- MULLER, D. A. **This will revolutionize education**. 01 dez. 2014. 1 vídeo (7:22 minutos). [Publicado por] Veritasium. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=GEmuEWjHr5c>> Acessado em 01 mar. 2021.

MUSALLAM, R. **The effects of using screencasting as a multimedia pre-training tool to manage the intrinsic cognitive load of chemical equilibrium instruction for advanced high school chemistry students.** São Francisco, Califórnia, Estados Unidos: The University of San Francisco. Dissertation (Doctor of Education). 2010.

O'FLAHERTY, J.; PHILLIPS, C. The use of flipped classrooms in higher education: a scoping review. **Internet and Higher Education**, v. 25, p. 85-95, 2015.

OGDEN, L. Student Perceptions of the Flipped Classroom in College Algebra. **Primus**, 25:9-10, p. 782-791, 2015.

PACHECO, J. Sala de aula invertida: por que não reagem os pedagogos brasileiros ao neocolonialismo pedagógico? **Revista Educação**, n. 5, maio 2014.

SENGEL, E. To Flip or not to flip: Comparative case study in higher education in Turkey. **Computers in Human Behavior**, 64, p. 547-555, 2016.

SLETTEN, S. R. Investigating Flipped Learning: Student Self-Regulated Learning, Perceptions and Achievement in an Introductory Biology Course. **Journal of Science Education and Technology**, n. 26, p. 347, 2017.

STRAYER, J. How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task Orientation. **Learning Environments**, 15(2), p. 171, 2012.

VALENTE, J. A. A comunicação e a Educação baseada no uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. **Revista UNIFESO – Humanas e Sociais** Vol. 1, n. 1, 2014, pp. 141-166.

VALÉRIO, M.; MOREIRA, A. L. O. R. Sete críticas à sala de aula invertida. **Revista Contexto & Educação**, [S.l.], v. 33, n. 106, p. 215-230, set. 2018.

VALÉRIO, M. **Autonomia de professores na sala de aula invertida: uma análise sobre a profissionalidade e a racionalização da prática docente.** Maringá, Paraná: Universidade Estadual de Maringá. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática). 2018.

VALÉRIO, M.; BELETI Junior, C. R. Caracterização da produção acadêmica brasileira sobre a sala de aula invertida. **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 17-34, set./dez. 2019.

VALÉRIO, M.; MOREIRA, A. L. O. R.; BRAZ, B. C.; NASCIMENTO, W. J. do. A sala de aula invertida na universidade pública Brasileira: evidências da prática em uma licenciatura em ciências exatas. **Revista Thema**, 16(1), 195-211. 2019.

VALÉRIO, M.; REZENDE DA SILVA, J.; PEREIRA SENES, G.; DO NASCIMENTO, W. A sala de aula invertida na percepção de estudantes de uma universidade pública brasileira. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, n. 1, 3 set. 2021.

WALDROP, M. The science of teaching sciences. **Nature**, v.523, n.7560, p.272-274, 2015.