

Currículo de Matemática do Ensino Superior: Uma Experiência com a Metodologia Sala de Aula Invertida

Higher Education Mathematics Curriculum: An Experiment with the Inverted Classroom Methodology

<https://doi.org/10.37001/ripem.v12i1.2887>

Elson Luciano Weber

<https://orcid.org/0000-0002-8980-4923>

Universidade Luterana do Brasil – ULBRA – Canoas.

elsonweber@yahoo.com.br

Clarissa de Assis Olgin

<http://orcid.org/0000-0001-5560-9276>

Universidade Luterana do Brasil – ULBRA – Canoas

clarissa_olgin@yahoo.com.br

Resumo

Neste artigo apresenta-se as metodologias ativas, como uma possibilidade metodológica para o Ensino Superior, visto que são estratégias de ensino que podem propiciar a participação ativa dos acadêmicos ao longo do processo de construção de sua aprendizagem. Neste contexto, o objetivo desse estudo é apresentar a aplicação do modelo de Sala de Aula Invertida no Ensino Superior em uma aula da disciplina de Equações Diferenciais. A metodologia utilizada foi a pesquisa qualitativa, na qual buscou-se realizar um planejamento didático utilizando como metodologia de ensino a Sala de Aula Invertida e sua aplicação. Trabalhos com esse escopo visam apresentar, aos professores, instrumentos que possam vir a ser usados nas aulas, e que venham a servir de base para a construção de outros planejamentos, usando metodologias ativas, mais especificamente a Sala de Aula Invertida, com uso de ferramentas tecnológicas. Com base na análise dos resultados desta inserção da Sala de Aula Invertida foi possível observar que os alunos inicialmente não vinham para o momento de Aula preparados, pois ainda não haviam se organizado para assistir os vídeos da Pré-aula e assim não conseguiam responder de forma transparente a avaliação diagnóstica. Evidenciou também que, no momento da dinâmica realizada em Aula houve tempo para interação entre alunos e professor, uma vez que os conceitos já haviam sido explicados no momento do Pré-aula e ressaltou a importância do planejamento para caso os alunos não compreenderem as explicações apresentadas nas videoaulas.

Palavras-chave: Educação Matemática. Currículo. Ensino Superior. Metodologias Ativas. Equações Diferenciais.

Abstract

This article presents active methodologies as a methodological possibility for Higher Education, as they are teaching strategies that can provide the active participation of academics throughout the process of building their learning. In this context, the objective of this study is to present the application of the Inverted Classroom model in Higher Education in a class of

Differential Equations. The methodology used was qualitative research, which sought to carry out a didactic planning using the Inverted Classroom and its application as a teaching methodology. Works with this scope aim to present, to teachers, instruments that can be used in classes, and that will serve as a basis for the construction of other plans, using active methodologies, more specifically the Inverted Classroom, with the use of tools technological. Based on the analysis of the results of this insertion of the Inverted Classroom, it was possible to observe that the students initially did not come to the Classroom prepared, as they had not yet organized themselves to watch the Pre-class videos and thus were unable to respond in a manner transparent diagnostic assessment. It also showed that, at the time of the dynamics carried out in the Class, there was time for interaction between students and the teacher, since the concepts had already been explained at the time of the Pre-class and highlighted the importance of planning in case students do not understand the explanations presented in video classes.

Keywords: Mathematics Education. Syllabus. University Education. Active Methodologies. Differential Equations.

1. Introdução

Práticas educativas que contemplam metodologias ativas para auxiliar no ensino são alternativas que podem ser utilizadas para instigar o interesse dos alunos nos tempos atuais, principalmente se incluir interações tecnológicas e sociais (Lovato *et al.*, 2018).

Segundo Horn e Staker (2015) a introdução do Ensino Híbrido e da Sala de Aula Invertida se deu por meio do ensino *on-line*, que é um grande desafio, pois os alunos ainda preferem sair de casa e ir à instituição de ensino presencial onde possam estar com seus colegas e receber orientações dos professores. Assim, nota-se a importância de mesclar as aulas presenciais com as aulas *on-line*, tornando-as híbridas. Uma das subdivisões do Ensino Híbrido é a Sala de Aula Invertida, que será o foco deste trabalho. A Sala de Aula Invertida é o método de ensino no qual o que tradicionalmente era realizado em sala de aula (explicações), agora é executado em casa, e o que tradicionalmente era feito como trabalho de casa (exercícios), agora é realizado em sala de aula (Bergmann & Sams, 2016).

No modelo de Sala de Aula Invertida o estudante vai em busca dos conhecimentos em situações e ambientes diversificados propostos pelo professor por meio de diferentes recursos, como vídeoaula, *e-books*, aplicativos, entre outros. Nesse sentido, as aulas presenciais passam a ser o espaço para a troca de conhecimentos, de compartilhamento de situações problemas desafiadoras, projetos e estudos de caso que gerem discussões, na qual a tarefa do professor passa a ser a mediação (Bacich; Neto & Trevisani, 2015).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é relatar uma experiência didática para o ensino de equações diferenciais com variáveis separáveis, pautada na metodologia da Sala de Aula Invertida, aplicado na disciplina de Equações Diferenciais no Ensino Superior. A metodologia utilizada para concretização deste estudo foi qualitativa do tipo relato de experiência. Na seção a seguir, é apresentado o referencial teórico acerca da temática Sala de Aula Invertida no Ensino Superior.

2. As metodologias ativas e as questões curriculares

Segundo O'Flaherty e Phillips (2015), é preciso que a educação de nível superior modifique suas estratégias de ensino, buscando adaptar-se as exigências da sociedade moderna, na qual os cursos de ensino superior estão cada vez mais sendo ofertados de forma *on-line*. Em

vista deste fato, o ensino tradicional não atende as demandas relacionadas à essa prática de ensino, onde se faz necessário o envolvimento e comprometimento do acadêmico em seu processo de aprendizagem. Ressaltam os autores que acadêmicos engajados em seu processo de ensino e aprendizagem podem “refletir, questionar, conjeturar, avaliar e fazer conexão entre ideias” (O’Flaherty & Phillips, 2015, p. 85), propiciando uma aprendizagem participativa, reflexiva e crítica.

Dessa forma, para se ter um ensino no qual os acadêmicos têm uma aprendizagem ativa, é preciso fazer uso das tecnologias digitais, buscando utilizá-las para potencializar as práticas educativas desenvolvidas no currículo do Ensino Superior, visando ultrapassar a ideia de um ensino tradicional, focado em metodologias que se baseiam na transmissão de conhecimentos e memorização de fatos, sendo necessário se atentar a questões, como:

[...] as práticas pedagógicas que propiciem um currículo voltado ao desenvolvimento da autonomia do aluno na busca e geração de informações significativas para compreender o mundo e atuar em sua reconstrução, no desenvolvimento do pensamento crítico e autorreflexivo do aluno, de modo que ele tenha capacidade de julgamento, autorrealização e possa atuar na defesa dos ideais de liberdade responsável, emancipação social e democracia (Almeida & Valente, 2011, p.28-29).

Para os autores, os ambientes de aprendizagem criados por meio das tecnologias digitais podem promover diferentes formas de ensinar, aprender, interagir e construir conhecimentos, bem como a incorporação de tecnologias ao currículo possibilita respeitar os distintos tempos, interesses, necessidades e preferências de aprendizagem dos acadêmicos. Porém, vale ressaltar que para integrar as tecnologias digitais ao currículo faz-se necessário estabelecer condições que permitam aos docentes entender e compreender as tecnologias e seus distintos “modos de produção de forma a incorporá-la na prática, a partir da ação e da reflexão sobre a ação que incorpore as características constitutivas desse novo meio, de suas potencialidades e limitações em relação às formas de interação e construção de significados” (Almeida & Valente 2011, p. 29).

Desse modo, entende-se que é preciso que o professor conheça o recurso tecnológico que pretende utilizar para o desenvolvimento dos conteúdos, seja para aprendizagem em sala de aula ou em momentos extraclasse, tendo conhecimento a respeito dos elementos facilitadores e limitadores do recurso para que efetivamente possa contribuir para a construção de práticas educativas que possibilitem aos estudantes estudar, revisar e aprofundar conceitos ou conteúdos.

Ainda, de acordo com Almeida e Valente (2011), para o uso das tecnologias no currículo, além da necessidade do professor conhecer, compreender e utilizar as tecnologias para o desenvolvimento dos tópicos a serem abordados, é necessário discutir a organização curricular fechada em disciplinas isoladas, cujos conteúdos têm uma ordem pré-estabelecida de ensino. Visto que, o trabalho com as tecnologias requer uma organização curricular em rede, estando a mesma aberta a novas interações, diálogos e formas de construção de saberes.

Nesse sentido, vislumbrando um ensino que integre as tecnologias e no qual o acadêmico busca ser o protagonista de sua aprendizagem, uma alternativa são as metodologias ativas, visto que “são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida” (Bacich & Moran, 2018, p. 4). Complementam Bonnell e Eison *apud* Severo, Guimarães e Serafin (2019) que aprender ativamente está relacionado às atividades dos estudantes em fazer e pensar sobre o que estão fazendo durante todo o processo de aprender, visando o comprometimento desses estudantes.

Ressaltam Lovato *et al.* (2018) que o uso de metodologias ativas no ensino e aprendizado dos alunos é uma alternativa para despertar o interesse dos alunos deste século XXI. As metodologias precisam acompanhar os objetivos pretendidos, portanto, se busca a formação de alunos capazes de estabelecer diferentes interações tecnológicas e sociais, dessa forma precisa-se estabelecer práticas que conduzam a esse caminho. As metodologias ativas são ferramentas úteis para os agentes envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, levando em consideração seu histórico e fundamentos.

Lovato *et al.* (2018) afirmam que existem diversas propostas já desenvolvidas e categorizadas dentro das aprendizagens de cunho cooperativo ou colaborativo, cabendo ao professor a tarefa de escolher a que melhor se adapta às suas necessidades e circunstâncias, considerando as características de seu grupo de alunos, a área curricular e a atividade a ser trabalhada. Escolhendo o que melhor pode favorecer a aprendizagem e complementa que a melhor maneira de aprender é combinar equilibradamente atividades, desafios e informação.

O ensino tradicional que é ofertado atualmente em muitas disciplinas nas instituições de ensino superior, foi projetado há mais de um século, porém seu foco nunca foi a diferenciação e personalização do aprendizado, conforme as necessidades individuais dos alunos, pois o objetivo era padronizar a maneira de como ensinar e avaliar (Horn & Staker, 2015).

Neste contexto, esse método de ensino não é a maneira mais adequada para educar vários estudantes, com diferentes culturas e perspectivas. Esse cenário resultou nos agrupamentos dos alunos por idade em anos escolares, colocando-os em uma sala de aula com um professor e padronizando o ensino e as avaliações. A teoria dizia que, com os alunos alocados por nível de ano e depois agrupados nas salas de aula, os professores poderiam ensinar as mesmas matérias, da mesma maneira e no mesmo ritmo, um processo padronizado que possibilitava que as escolas pudessem matricular um grande número de alunos, não reconhecendo suas especificidades (Horn & Staker, 2015).

Cabe-se salientar que existem várias metodologias ativas, como por exemplo a aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em projetos, gamificação, STEAM (Artes, Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática), Ensino Híbrido, estudos de caso, entre outras (Hung, 2015; Bacich & Moran, 2018; Alves, Minho & Diniz, 2014; Bender, 2014). Dessa forma, cabe ao professor selecionar a que melhor atende as particularidades da disciplina que ministra.

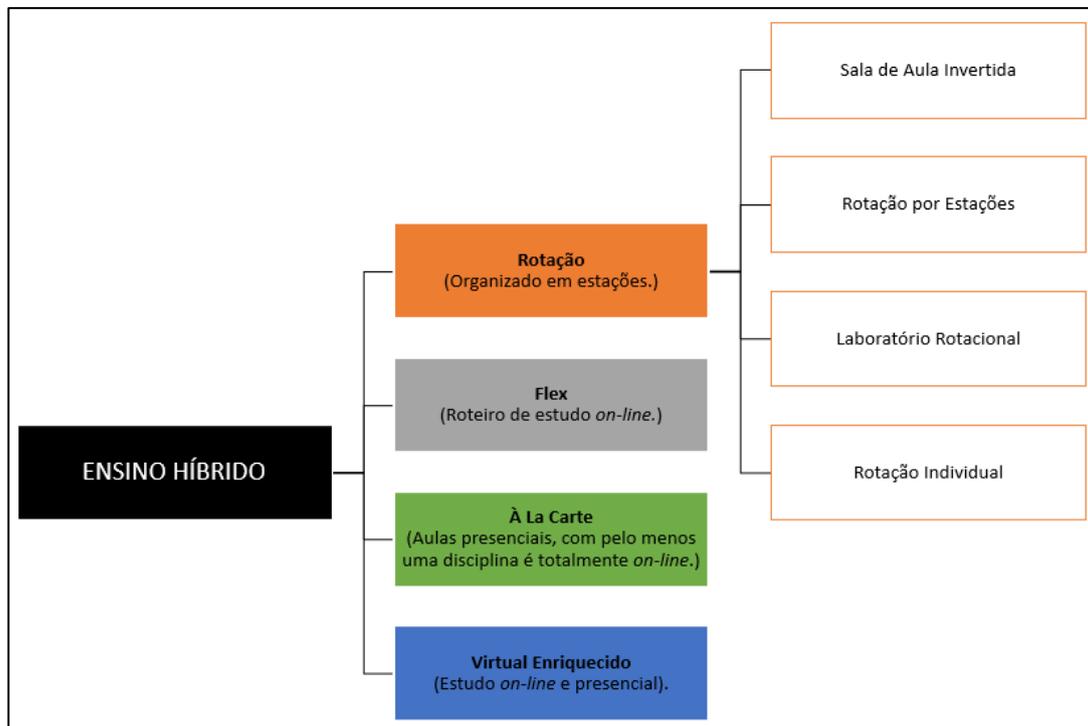
Assim, apresenta-se o Ensino Híbrido como uma forma de ensinar e aprender que rompe com antigos paradigmas, ainda que estudar de forma *on-line* seja um grande desafio. Pois, segundo Horn & Staker (2015), muitos alunos ainda preferem sair de casa e ir à instituição de ensino presencial onde possam estar com seus colegas e receber orientações dos professores de forma tradicional. Assim, nota-se a importância de mesclar as aulas presenciais com as aulas *on-line*, tornando-as híbridas. Desta forma, unindo o ensino físico e o ensino *on-line*, surgiu a metodologia do Ensino Híbrido.

2.1 Ensino Híbrido

Com a intenção de ampliar a discussão sobre as metodologias, nessa seção, apresenta-se a metodologia pautada no Ensino Híbrido, tomando como referenciais as obras de Bacich, Neto e Trevisani (2015) e Horn e Staker (2015). Segundo estudos dos autores referenciados,

são aplicados quatro modelos distintos de desenvolvimento do Ensino Híbrido, conforme pode-se observar na Figura 1.

Figura 1: Esquemática dos modelos de Ensino Híbrido



Fonte:

Adaptado de Bacich, Neto & Trevisani (2015) e Horn & Staker (2015).

A **Rotação** é um formato de aprendizagem que está organizado por meio de estações. Nele contém propostas distintas sobre um mesmo conteúdo, onde uma estação é apresentada de forma *on-line*. Para a aplicação desta metodologia de ensino é fundamental uma organização precisa de tempo, para que todos os alunos consigam trabalhar em todas as estações preestabelecidas. Esse modelo é subdividido em: Sala de Aula Invertida, Rotação por Estações, Laboratório Rotacional e Rotação Individual (Horn & Staker, 2015).

A Sala de Aula Invertida busca romper com o processo de ensino tradicional, onde o aluno recebe as explicações teóricas do professor na sala de aula e replica o conteúdo estudado realizando as atividades em casa. Na Sala de Aula Invertida a forma de ensinar e aprender possui o formato inverso, onde a parte teórica é estudada em casa de forma *on-line*, assim o aluno já vem para a sala de aula conhecendo os conteúdos a serem abordados na aula, abrindo espaço para trocas de ideias e questionamentos de dúvidas referentes aos conteúdos previamente estudados. Nesse formato de ensino, quando o aluno apresentar dificuldades no entendimento das explicações *on-line*, recebidas em casa, ele pode repeti-la quantas vezes julgar necessário até entender o que é explicado, ou então identificar as suas dificuldades frente ao tema estudado e levá-las à sala de aula para assim poder perguntar ao professor.

A Rotação por Estações é uma modalidade na qual busca-se formar grupos de alunos, onde cada grupo necessita resolver uma atividade com limitado espaço de tempo para atender a proposta do professor. Uma dessas estações propõe uma tarefa a ser realizada de forma *on-line*, e deve estar na sala em meio as outras estações, mantendo todos os educandos no mesmo local de aprendizado, pois assim o professor assume o papel de mediador mantendo a proximidade com os alunos, exceto no momento da realização da atividade *on-line*, que exige a autonomia do aluno.

Outra opção é o Laboratório Rotacional, nessa modalidade são mescladas atividades realizadas na tradicional sala de aula e no laboratório de informática, unindo assim o presencial ao *on-line*. Onde parte da turma é encaminhada ao laboratório de informática e trabalha de forma individual uma atividade proposta pelo professor. A outra parte da turma permanece acompanhada pelo professor na sala de aula.

A última, Rotação Individual é a modalidade de rotação que também utiliza a tecnologia digital em pelo menos uma das estações, porém o diferencial é de que os alunos não precisam passar necessariamente por todas as estações, mas sim seguem um roteiro conforme suas necessidades, respeitando o tempo de aprendizado de cada aluno.

O modelo **Flex** é semelhante à modalidade de Rotação Individual, o aluno recebe um roteiro de estudo para ser seguido de forma *on-line*, o que difere da modalidade de Rotação Individual, respeitando assim o seu ritmo. O professor fica à disposição para sanar dúvidas, sendo que os encontros podem acontecer presencialmente.

No modelo **À La Carte**, o aluno frequenta regularmente as aulas presenciais, mas pelo menos uma disciplina é cursada totalmente *on-line*, considerando o nível de Ensino Superior. Assim, o aluno é responsável pela organização do seu estudo e deve seguir os objetivos gerais organizados em parceria com o professor, permitindo um ensino mais personalizado. Essa é considerada uma forma de Ensino Híbrido, pois os estudantes estão vivenciando uma mistura de ensino *on-line* e ensino tradicional, apesar de os próprios cursos *on-line* não terem um componente presencial.

Já no modelo **Virtual Enriquecido** são ofertadas duas formas distintas de estudo, que são a *on-line* e a presencial. A aula presencial ocorre uma ou duas vezes por semana, nos demais dias o aluno não precisa comparecer, pois o estudo ocorre de forma *on-line* por meio de atividades virtuais. Considerando que, se o desempenho do aluno não estiver satisfatório, ele deve aumentar a frequência mais as aulas presenciais. Essa modalidade surgiu ao verificar que alguns alunos não estavam aprendendo de forma satisfatória no ensino totalmente *on-line*.

O termo híbrido também traz a ideia de um currículo mais flexível, que atenda também o que é básico e fundamental para todos, permitindo formas personalizadas de ensinar que contemple às necessidades de cada aluno. Implica misturar e integrar áreas, profissionais e alunos diferentes, em espaços e tempos distintos. Pois a aprendizagem se torna significativa quando os alunos se sentem realmente motivados, assimilam sentido nas atividades propostas, e usam da sua criatividade em projetos socialmente relevantes (Bacich; Neto & Trevisani, 2015).

No método de Ensino Híbrido não ocorre a transmissão dos conteúdos em sala de aula, que tradicionalmente era realizada pelo professor. Neste formato o estudante vai, previamente à aula, em busca dos conhecimentos em situações e ambientes diversificados, e as aulas presenciais passam a ser o espaço para a troca de conhecimentos, de compartilhamento de situações problemas desafiadores, projetos e estudos de caso que gerem discussões, na qual a tarefa do professor passa a ser a mediação (Bacich; Neto & Trevisani, 2015).

2.1.1 Sala de Aula Invertida

Na modalidade de ensino da Sala de Aula Invertida a forma de ensinar e aprender possui o formato inverso, pois a parte teórica é estudada em casa de forma *on-line*, assim o aluno já vem para a sala de aula conhecendo os conteúdos a serem abordados, abrindo espaço para trocas de ideias e questionamentos. Nesse formato de ensino o aluno é capaz de identificar as suas

dificuldades frente ao tema estudado e levá-las a sala de aula, para assim poder perguntar ao professor (Horn & Staker, 2015).

A Sala de Aula Invertida, segundo Bergmann e Sams (2016), iniciou em uma escola no Colorado, como solução para um problema de faltas de um grande número de alunos, devido aos esportes e de outras atividades que praticavam. Nessas condições, os alunos apresentavam dificuldade em acompanhar as disciplinas. Assim surgiu a ideia de gravar as aulas para que os alunos pudessem assistir aos vídeos como dever de casa. Desta forma, todo o início de aula era destinado à discussão sobre o vídeo que foi visto em casa. Um dos inconvenientes do modelo invertido é que os alunos não podem fazer de imediato as perguntas que lhes vêm à mente, como teria sido o caso numa aula presencial. Para suprir esta falta, sugere-se que “pausem” e “retrocedam” as aulas gravadas para que possam anotar pontos importantes da lição, registrando quaisquer dúvidas que possam vir a surgir frente ao conteúdo.

Os alunos que praticam esse modelo de anotação, geralmente, levam para a sala de aula questões pertinentes que ajudam a abordar controvérsias e equívocos comuns. Assim, também é possível avaliar a eficácia dos vídeos. Para os autores, se muitos alunos apresentarem dúvidas semelhantes, evidencia-se que houve uma maneira inadequada da abordagem do tópico, o que sugere um aprimoramento do vídeo (Bergmann & Sams, 2016).

Na modalidade da Sala de Aula Invertida, após respondidas às perguntas, são encaminhadas aos alunos as tarefas do dia a serem executadas, na sala de aula, podendo ser experiências em laboratório, atividade de pesquisa, solução de problemas ou teste, porém o papel do professor em sala de aula mudou radicalmente, pois deixa de ser um mero transmissor de informações e assume a função de orientador e mediador (Bergmann & Sams, 2016).

De acordo com Bergmann e Sams (2016), no modelo de ensino tradicional, os estudantes geralmente comparecem à aula com dúvidas sobre alguns pontos da atividade da aula anterior, já na Sala de Aula Invertida, os alunos que apresentam dificuldades podem ter mais ajuda do professor, pois ele tem tempo disponível para auxiliar os estudantes na compreensão de conceitos previamente estudados.

No entanto, Bergmann e Sams (2016) salientam que uma preocupação destacada pelos professores é de que se está aumentando o tempo de exposição dos alunos ao computador, o que agravaria o sentimento de desconexão dos professores em relação à juventude de hoje. Porém, segundo Trevelin, Pereira e Oliveira (2013), esse tempo de exposição em frente ao computador, quando voltado aos estudos pode auxiliar no desenvolvimento da autonomia do aluno, pois eles compreendem com naturalidade a aprendizagem quando realizada de forma digital.

O estudo de Scheunemann, Almeida e Lopes (2020) sinaliza que os alunos demonstraram uma melhor construção de conhecimento sobre os conteúdos propostos com a utilização da Sala de Aula Invertida, no que se refere ao desempenho dos acadêmicos e suas percepções sobre esta metodologia no ensino e aprendizagem, assunto ainda pouco explorado na literatura.

Na seção a seguir, são apresentados os aspectos metodológicos utilizados para a realização deste estudo e posteriormente a análise dos dados seguida da conclusão.

3. Aspectos Metodológicos

A metodologia utilizada foi a pesquisa qualitativa, pois possibilita ao pesquisador propor, interpretar e analisar situações de ensino. Nesse sentido, realizou-se um planejamento

didático, utilizando como metodologia de ensino a Sala de Aula Invertida, onde inicialmente estudou-se e compreendeu-se a metodologia de ensino. Em seguida construiu-se uma atividade didática que possibilitasse o uso da metodologia estudada, juntamente com uso de recursos tecnológicos. Posteriormente, analisou-se a atividade desenvolvida, visando o seu aperfeiçoamento, antes de sua aplicação. A atividade didática foi elaborada considerando três momentos: *Pré-aula*; *Aula* e *Pós-Aula* sobre o conteúdo de Transformações de Funções.

No *Pré-aula* disponibilizou-se um vídeo explicando, por meio de exemplos, o conteúdo de equações diferenciais resolvidas por meio de variáveis separáveis. Este vídeo era pré-requisito para o acompanhamento da aula. Após o aluno assistir o vídeo, ele era encaminhado a responder uma avaliação diagnóstica sobre os conteúdos abordados no vídeo com o objetivo de diagnosticar se os alunos conseguiram entender os objetivos propostos no vídeo, e assim poderíamos aprofundar os conteúdos no momento da Aula presencial.

Na *Aula* que ocorre no momento presencial, a proposta inicial é abrir espaço para dúvidas que possam ter ficado pendentes após o vídeo ter sido assistido. Em seguida, os alunos são direcionados ao momento de aprofundamento do conteúdo, onde eles foram divididos em grupos, para que pudessem iniciar os debates e apresentações.

Enfim, no *Pós-Aula* os alunos irão realizar as atividades do conteúdo de equações diferenciais por variáveis separáveis, com o objetivo de diagnosticar se houve construção da aprendizagem de forma aprofundada acerca do tema proposto, ou se há a necessidade de retomada deste conteúdo na aula seguinte.

Foi aplicado um experimento, em 2020, na disciplina de Equações Diferenciais, em data anterior ao afastamento das aulas presenciais devido a pandemia do Coronavírus. Desta forma, os alunos ainda realizavam atividades em grupos, pois ainda não havia as atuais necessidades de afastamentos. A seguir apresentam-se a descrição e a análise dos dados.

4. Descrição e Análise dos Dados

A fase de aplicação relatada neste trabalho, ocorreu no início de março de 2020, semanas antes das turmas serem afastadas das aulas presenciais devido à necessidade de evitar-se aglomerações para que não houvesse o contágio pelo Coronavírus.

A Instituição de Ensino Superior de realização da aplicação deste estudo localiza-se na região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. A turma participante¹ deste estudo é do curso de Engenharia Mecânica, especificamente, da disciplina de Equações Diferenciais. Nessa instituição, deu-se início no ano de 2020 a inserção da metodologia ativa no modelo de Sala de Aula Invertida, com o objetivo de instigar os estudantes a serem protagonistas no processo de aprendizagem, podendo assim ter maior autonomia na construção do conhecimento e conseqüentemente melhor poder associar os conteúdos trabalhados em sala de aula com suas realidades enquanto futuros profissionais.

No primeiro encontro presencial da disciplina, debateu-se junto aos alunos sobre a proposta da Sala de Aula Invertida, onde foi explicado quais eram os direitos e deveres dos alunos e professores neste novo método de ensino, uma vez que tanto o papel do educador quando do aluno requer um formato distinto do que era trabalhado no modelo tradicional de ensino. Assim, firmou-se o contrato didático com a turma e como seria trabalhado todo o

¹ Para realização da fase de experimentação da proposta didática presente no projeto de doutorado, o mesmo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, da Universidade Luterana do Brasil.

semestre, ilustrado no plano de ensino, bem como as definições dos métodos e as datas para realização das avaliações.

Para concretização desta inserção de nova metodologia de ensino, a Instituição de Ensino Superior na qual ocorreu esta aplicação, disponibilizou para alunos e professores acesso a uma plataforma de videoaulas. A plataforma contratada foi a Avagen, que possui acesso restrito a alunos e professores das instituições que realizam sua contratação, uma vez que a mesma é privada. O acesso a esta plataforma foi explicado no primeiro encontro com a turma.

Outra ferramenta necessária para a efetivação de aulas deste modelo é um ambiente de ensino virtual, onde os professores possam ter contato *on-line* com os alunos e assim poder disponibilizar as tarefas, os vídeos e avaliações diagnósticas. A Instituição de ensino, objeto desta pesquisa, tem parceria com a *Microsoft* e disponibiliza o ambiente virtual *Moodle* para esta interação com os estudantes.

Desta forma, na segunda aula que teve início o modelo da Sala de Aula Invertida, uma vez que os alunos já eram conhecedores de que tinham como dever prévio para esta aula assistirem o vídeo disponibilizado do *Pré-aula* do *Moodle*, e realizar a atividade diagnóstica no momento *on-line*.

A segunda aula da disciplina, e a primeira da Sala de Aula Invertida, teve início no *Pré-aula*, onde foi disponibilizado um vídeo da plataforma Avagen, cujo *link* de acesso foi disponibilizado via *Moodle* aos estudantes. O vídeo que contemplava a explicação do conteúdo daquela aula com exemplos de equações diferenciais resolvidas por meio de variáveis separáveis, foi previamente assistido e selecionado pelo professor. O vídeo era dividido em dois momentos que totalizam aproximadamente vinte minutos. Estas videoaulas foram escolhidas dentre muitos vídeos que constam na plataforma. Este vídeo era pré-requisito para o acompanhamento da aula. Este modelo de ensino foi baseado em e Horn e Staker (2015) ao afirmar que a Sala de Aula Invertida a forma de ensinar e aprender possui o formato inverso, onde a parte teórica é estudada em casa de forma *on-line*, assim o aluno já vem para a sala de aula conhecendo os conteúdos a serem abordados na aula, abrindo espaço para trocas de ideias e questionamentos de dúvidas referentes aos conteúdos previamente estudados. Na Figura 2 tem-se a ilustração de como foi apresentado o *Pré-aula* na plataforma *Moodle* utilizada pela instituição.

Figura 2: Organização da Pré-aula.

Pré-Aula

Olá!

Sejam bem-vindos a segunda aula de Equações Diferenciais.

Para esta aula assistam o vídeo Vídeo: 1.1b Equações diferenciais – parte 2

Disponível na página: <https://avagen.com.br/mod/page/view.php?id=58386#s5>

Qualquer dúvida sobre o acesso estou a disposição.

Após compreender os conceitos apresentados no vídeo respondam a avaliação diagnóstica.

Ótimo semestre a todos!



Assista ao vídeo 



Avaliação Diagnóstica 

Fonte: Plataforma da instituição de ensino superior.

O vídeo selecionado para o momento de *Pré-aula* trazia a resolução de exemplos de Equações Diferenciais Ordinárias resolvidas pelo método de variáveis separáveis. Após o aluno assistir o vídeo, ele era encaminhado à responder uma avaliação diagnóstica sobre os conteúdos abordados no vídeo com o objetivo de diagnosticar se houve entendimento dos objetivos propostos no vídeo e assim poderíamos aprofundar os conteúdos no momento da *Aula* presencial. Esse formato vai ao encontro do que cita Bergmann e Sams (2016) que os alunos podem assistir aos vídeos e que “pausam” e “retrocedam” as aulas gravadas para que possam anotar pontos importantes da lição, registrando quaisquer dúvidas que possam vir a surgir frente ao conteúdo. A Figura 3 apresenta a avaliação diagnóstica respondida pelos alunos.

Figura 3: Modelo da avaliação diagnóstica

Nas questões a seguir mostre se a função dada é ou não solução da equação diferencial ordinária dada.

a) $y'' - y = 0$; $y = e^x$

b) $y' - y/x = 1$; $y = x \cdot \ln x$

c) $y' + y = \sin x$; $y = \sin x$

Escolha uma opção:

a. todas possuem solução

b. duas equações não possuem solução

c. uma equação não possui solução

d. nenhuma equação possui solução

Fonte: Adaptado de Thomas (2012).

No início da aula, às 19 horas, ao chegar na sala o professor constatou que alguns alunos ainda não haviam assistido o vídeo e nem respondido a avaliação diagnóstica. Considerando que era o primeiro contato da turma com a metodologia da Sala de Aula Invertida, o professor abriu espaço na aula para que assistissem o vídeo e respondessem ao questionário da avaliação

diagnóstica, pois segundo a teoria de Horn e Staker (2015), essa nova forma de ensinar rompe com o processo de ensino tradicional, onde o aluno recebe as explicações teóricas do professor na sala de aula e replica o conteúdo estudado realizando as atividades em casa. Às 19:30 horas, todos os alunos haviam concluído a avaliação diagnóstica e assistido o vídeo da *Pré-aula*.

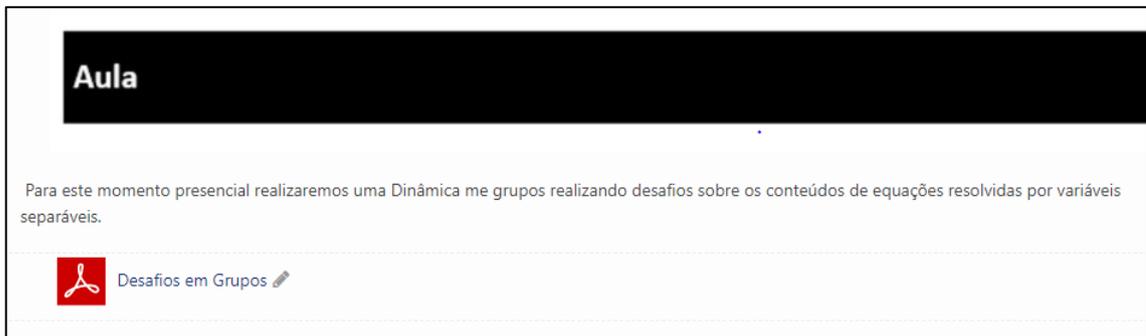
Assim teve início de fato o segundo momento do planejamento, que é a *Aula* que ocorre no momento presencial, onde a proposta inicial é abrir espaço para dúvidas que possam ter ficado pendentes após o vídeo ter sido assistido. Corroborando com essa metodologia, a teoria de Horn e Staker (2015) ao afirmar sobre a diferenciação e personalização do aprendizado, conforme as necessidades individuais dos alunos, considerando a pluralidade es estudantes dentro de um mesmo espaço. Após a resolução da avaliação diagnóstica, os alunos relataram que não recordavam totalmente das derivadas, que são necessárias para a resolução das equações diferenciais ordinárias. De fato, o vídeo da *Pré-Aula* não contemplava uma revisão das derivadas, pois partiu do princípio de que todos saberiam fazer uso das técnicas de derivação, uma vez que as disciplinas de Cálculo I e de Cálculo II são pré-requisitos para a matrícula na disciplina de Equações Diferenciais. Ao identificar esta dificuldade dos alunos, o professor trouxe alguns exemplos de técnicas de derivação para auxiliar os alunos nesta retomada dos conteúdos, contemplando a primeira e a segunda derivada.

Além desta dificuldade, ao analisar os resultados da avaliação diagnóstica que ocorria num questionário virtual, foi possível identificar que os alunos tiveram dificuldade na resolução de uma questão de equações com variáveis separáveis. No planejamento do professor já constava alguns exemplos para o caso de os alunos não compreenderem o conteúdo com base no vídeo da *Pré-aula*, e então o professor explicou estes exemplos no quadro. Nestes exemplos, constava a contextualização do tema com aplicação do mesmo em situações reais, neste caso, a taxa de crescimento populacional, onde pode-se calcular a variação populacional em razão do tempo.

O fato de os alunos terem apresentado dificuldade no entendimento do conteúdo da *Pré-aula* pode ter sido por eles não terem se preparado de forma ideal para este momento, pois muitos alunos acabaram fazendo-o na sala de aula de forma rápida apenas para cumprir o pré-requisito da aula. Se este momento da *Pré-aula* tivesse sido realizado em casa, com tempo, o aluno poderia ter voltado o vídeo nos momentos que não havia compreendido, como de fato é a proposta da metodologia de Sala de Aula Invertida.

Após a explicação e discussão dos exemplos trazidos pelo professor/pesquisador, foi proposto aos alunos uma dinâmica com desafios sobre o conteúdo trabalhado. Para tanto, o professor separou algumas questões desafiadoras sobre o conteúdo e dividiu a turma em quatro grupos, considerando que ainda estavam em momento anterior à pandemia do coronavírus, e não havia o controle atual de aglomerações. Esses desafios foram disponibilizados posteriormente no ambiente virtual de aprendizagem (*Moodle*), como ilustra a Figura 4.

Figura 4: Exemplo da organização da aula presencial



Fonte: Plataforma da instituição de ensino superior.

Nesta dinâmica, cada grupo recebia um desafio e tinha aproximadamente meia hora para debatê-lo com os seus colegas de grupo e buscar resolvê-lo. O professor mediou os debates em cada grupo e auxiliou nas dúvidas que surgiam frente ao desafio. Foi um momento muito interessante, pois houve tempo para interação com os alunos, e o professor pode circular pela sala ouvindo as dúvidas pontuais trazidas por cada um dos alunos. Essa parte da aula vai ao encontro do que cita Bacich, Neto e Trevisani, (2015) ao destacar que a aprendizagem se torna significativa quando os alunos se sentem realmente motivados, assimilam sentido nas atividades propostas, e usam da sua criatividade para fazer parte do processo de aprendizagem. A Figura 5 apresenta as Equações Diferenciais Ordinárias resolvidas pelo método de variáveis separáveis que foram entregues aos quatro grupos, cada grupo recebeu um desafio e posteriormente explicou ele a toda turma.

Figura 5: Exemplo de desafios propostos aos estudantes

Desafio 1 - Resolva a seguinte Equação Diferencial Ordinária pelo método de separação de variáveis: $2y(x + 1)dy = xdx$

Desafio 2 - Resolva a seguinte Equação Diferencial Ordinária pelo método de separação de variáveis: $\frac{dx}{dy} = \frac{x^2y^2}{1+x}$

Desafio 3 - Resolva a seguinte Equação Diferencial Ordinária pelo método de separação de variáveis: $xy^4dx + (y^2 + 2)e^{-3x}dy = 0$

Desafio 4 - Resolva a seguinte Equação Diferencial Ordinária pelo método de separação de variáveis: $(4y + yx^2)dy = (2x + xy^2)dx$

Fonte: Adaptado de Thomas (2012).

Durante a realização da dinâmica das resoluções dos desafios, os grupos solicitaram o auxílio do professor em vários momentos, uma vez que a matéria era nova e eles ainda não tinham domínio total do assunto. Muitos apresentavam dificuldades pois, já não lembravam das técnicas de integração que aprenderam na disciplina de Cálculo II, pré-requisito para a matrícula em Equações Diferenciais. Então o professor fez alguns exemplos de integrais no quadro para que os alunos pudessem lembrar de como procedia a solução de uma integral, e assim conseguirem resolver a equação diferencial ordinária que constava no seu desafio. Assim como cita Pereira e Junior (2019) quando afirma a importância de propiciarem novas performances, possibilidades, conexões e um número maior de aplicações para se levar para a sala de aula.

Uma das questões que gerou dúvidas foi o desafio 4, que para sua resolução necessita do cálculo de integral usando as técnicas de integração ensinadas no Cálculo 2, como apresentado na resolução da Figura 6.

Figura 6: Resolução do Desafio 4

The image shows a handwritten solution on lined paper for the differential equation $4ydy + yx^2dy = 2x^2dx + xy^2dx$. The student separates the variables to get $ydy(4+x^2) = xdx(2+y^2)$. They then divide both sides by $(2+y^2)$ and $(4+x^2)$ to obtain $\frac{ydy}{(2+y^2)} = \frac{xdx}{(4+x^2)}$. Two substitutions are used: $u = 2+y^2$ and $u = 4+x^2$. The differentials are $du = 2ydy$ and $du = 2xdx$. The integrals are set up as $\frac{1}{2} \int \frac{du}{u} = \frac{1}{2} \int \frac{du}{u}$. The student then integrates both sides to get $\frac{1}{2} \ln|2+y^2| = \frac{1}{2} \ln|4+x^2| + C$. Finally, they exponentiate both sides to reach the solution $(2+y^2) = (4+x^2) + 2C$. A circled 'C' is also visible on the right side of the work.

Fonte: Resolução do acadêmico.

Por fim, cada grupo deveria apresentar à turma seu desafio e a solução que encontrou. Caso esta resolução fosse feita de forma correta, todos integrantes recebiam 1 ponto, nota essa que daria início a composição da nota de Grau A, que totalizam 10 pontos.

Dos quatro grupos, três conseguiram resolver de forma correta o desafio e assim pontuaram. O grupo que não conseguiu realizar o desafio de forma correta, apresentou apenas um erro algébrico de falta de atenção, mas foi possível identificar que a técnica de resolução por meio de variáveis separáveis havia sido entendida de forma correta. Desta forma, foi possível identificar que a turma havia compreendido os conceitos abordados no vídeo da *Pré aula*. Esta parte da aula pode ser comparada a teoria de Gomes e Stahl (2020) ao destacar que a motivação no aprendizado pode ser dada pelo aumento do interesse dos discentes e a facilitação no aprendizado da disciplina por meio do trabalho colaborativo em sala de aula, uma vez que neste momento há a possibilidade de compartilhamento de conhecimentos e de ideias entre os educandos.

Para conclusão da aula teve o momento de *Pós-Aula*, onde os alunos tiveram que realizar, de forma individual, as atividades do conteúdo de equações diferenciais por variáveis separáveis, com o objetivo de diagnosticar se houve construção individual da aprendizagem de forma aprofundada acerca do tema proposto, ou se haveria a necessidade de retomada deste conteúdo na aula seguinte. A atividade do *Pós-Aula* foi disponibilizada via plataforma *Moodle* como apresentado na Figura 7.

Figura 7: Exemplo da organização do Pós-Aula



Fonte: Plataforma da instituição de ensino superior.

Considerando que os desafios da *Aula* foram realizados em grupos, houve a necessidade desta avaliação diagnóstica individual para mensurar se de fato houve o entendimento dos conceitos por toda a turma, como apresentado na Figura 8.

Figura 8: Exemplo de atividade diagnóstica de Pós-aula

Resolva a seguinte Equação Diferencial Ordinária pelo método de separação de variáveis:

$$y \cdot \ln x \cdot \frac{dx}{dy} = \left(\frac{y+1}{x}\right)^2$$

Escolha uma opção:

- a. $x^3/3 - x^3/9 = y^2/2 + 2y + \ln y + c$
- b. $\ln x/3 - x^3/9 = y^2/2 + 2y + \ln y + c$
- c. $x \ln x/3 - x^3/9 = y^2/2 + 2y + \ln y + c$
- d. $x^3 \ln x/3 - x^3/9 = y^2/2 + 2y + \ln y + c$
- e. $x^3 \ln x - x^3/9 = y^2/2 + 2y + \ln y + c$

Fonte: Adaptado de Thomas (2012).

Assim, após a realização e entrega de forma virtual da atividade do *Pós-Aula*, foi possível identificar que de fato houve a construção da aprendizagem referente do tema equações diferenciais resolvidas por meio de variáveis separáveis, e por meio desta, constatou-se que poderia ser dada sequência nos conteúdos usando o modelo da Sala de Aula Invertida.

5. Considerações Finais

Por meio deste instrumento buscou-se a introdução da metodologia de Sala de Aula Invertida na disciplina de Equações Diferenciais. Essa atividade faz parte de um portfólio de atividades constituídas neste mesmo modelo, que foram inseridas ao longo de um semestre na disciplina em questão. A atividade de *Pré-Aula* foi disponibilizada com uma semana de

antecedência, para que o aluno tenha tempo para refletir sobre as questões propostas, e foi disponibilizada de forma *on-line*. A *Aula* foi o momento presencial, no qual o professor assumiu o papel de mediador da construção do conhecimento. No momento de *Pós-Aula*, disponibilizou-se atividades que foram entregues de forma individual, para que o professor pudesse realizar uma avaliação diagnóstica sobre a construção do conhecimento desenvolvida pelo aluno, e assim diagnosticar se haveria a necessidade de retomada dos conteúdos na aula seguinte ou se o mesmo foi compreendido pelos estudantes.

Com base na análise dos resultados desta inserção da Sala de Aula Invertida foi possível observar que os alunos inicialmente não vêm para o momento de Aula preparados, pois ainda não haviam se organizado para assistir os vídeos da *Pré-aula* e assim não conseguiriam responder de forma transparente a avaliação diagnóstica.

Outro ponto que foi possível destacar com esse relato de experiência é o fato de no momento da dinâmica realizada em *Aula* houve tempo para interação entre alunos e professor, uma vez que os conceitos já haviam sido explicados no momento do *Pré-aula*. Além de destacar a importância do planejamento para caso os alunos não compreenderem as explicações apresentadas nas videoaulas, como ocorreu nesta aula presencial.

Trabalhos com este escopo visam apresentar, aos professores, instrumentos que possam ser usados nas aulas, e que venham a servir de base para a construção de outros planejamentos, usando metodologias ativas apoiados nas ferramentas tecnológicas disponíveis.

6. Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de estudos, para a realização da pesquisa.

7. Referências

- Almeida, M. E. B. & Valente, J. A. (2011). *Tecnologias e Currículo: trajetórias convergentes ou divergentes?* São Paulo: Paulus.
- Alves, L. R. G.; Minho, M. R. S. & Diniz, M. V. C. (2014). Gamificação: diálogos com a educação. In: FADEL, L. M. *et al.* (Org.). *Gamificação na educação*. São Paulo: Pimenta cultural.
- Bacich, L., Moran, J. (2018). *Metodologias ativas para uma Educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso.
- Bacich, L.; Neto, A. T. & Trevisani, F. M, (2015). *Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação*. São Paulo: Penso.
- Bender, W. N. (2014). *Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação Diferenciada para o Século XXI*. Tradução de Fernando de Siqueira Rodrigues. Porto Alegre, ed. Penso.
- Bergmann, J. & Sams, A. (2016). *Sala de Aula Invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem*. Grupo Editorial Nacional – Editora LTC.
- Horn, M. B. & Staker, H. (2015). *Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação*. Porto Alegre: Penso.
- Hung, H. T. (2015). Flipping the classroom for English language learners to foster active learning. *Computer Assisted Language Learning*, v. 28, n. 1, p. 81-96,

- Lovato, F.L., Michelotti, A. Silva, C. B. & Loretto, E.L.S. (2018). Metodologias Ativas de Aprendizagem: uma Breve Revisão. *Acta Scientiae*, Canoas, v.20, n.2, p.154-171.
- O'Flaherty, J. & Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: a scoping review. *Internet and Higher Education*, v. 25, p. 85-95.
- Scheunemann, C.M.B.; Almeida, C.M.M. & Lopes, P. T.C. (2020). Sala de Aula Invertida no Ensino e Aprendizagem de Anatomia Humana: Análise do Desempenho e Percepções de Acadêmicos da Área da Saúde. *Acta Scientiae* (Canoas), v. 22, p.151-174.
- Severo, E. A.; Guimarães, J. C. F. de & Serafin, V. F. (2019). Formação docente: metodologias ativas de aprendizagem para ensino superior. *Revista Educação: Teoria e Prática*, 2019.
- Thomas, G. B. (2012). *Cálculo*. Volume 1, 12^o Edição, Pearson Education do Brasil, São Paulo.
- Trevelin, A. T. C.; Pereira, M. A. A. & Oliveira, J. D. N. (2013). A utilização da “Sala de Aula Invertida” em cursos superiores de tecnologia: comparação entre o modelo tradicional e o modelo invertido “flipped classroom” adaptado aos estilos de aprendizagem. *Revista de Estilos de Aprendizagem*, Madrid, v. 11, n.12, p. 137-150.