

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM MATEMÁTICA

METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE ÁLGEBRA LINEAR: UM ESTADO DA ARTE

EVERTON DE ARAÚJO MORAES

MANAUS

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM MATEMÁTICA

EVERTON DE ARAÚJO MORAES

METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE ÁLGEBRA LINEAR: UM ESTADO DA ARTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador: Dr. Francisco Eteval da Silva Feitosa

MANAUS

2020

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

M827m Moraes, Everton de Araújo
Metodologias ativas no ensino de álgebra linear: um estado da arte / Everton de Araújo Moraes . 2020
58 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Francisco Eteval da Silva Feitosa
Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Metodologias Ativas de Ensino . 2. Álgebra Linear. 3. Estado da Arte. 4. Espaços Vetoriais. 5. Transformações Lineares. I. Feitosa, Dr. Francisco Eteval da Silva. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

EVERTON DE ARAÚJO MORAES

METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE ÁLGEBRA LINEAR: UM ESTADO DA ARTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Aprovado em 13 de Março de 2020

BANCA EXAMINADORA

Francisco Eteval da S. Feitosa

Prof. Dr. Francisco Eteval da Silva Feitosa

Presidente

Valtemir Martins Cabral

Prof. Dr. Valtemir Martins Cabral

Membro Interno(UFAM)

Jeanne Moreira de Sousa

Prof. Dra. Jeanne Moreira de Sousa

Membro Externo(IFAM)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pelo dom da vida, e por me dar saúde e força para concluir esse trabalho e conseguir mais essa conquista em minha vida.

Gostaria também de agradecer minha amada esposa Ana Claudia por dividir comigo todas preocupações e dificuldades que foram enfrentadas e vencidas durante esses mais de 2 anos de curso. E a meu filho Fernando Gabriel, que é meu maior tesouro, a ele peço até desculpas, pelas inúmeras vezes que me ausentei deixando de brincar com ele, para me dedicar ao Profmat e para fazer esse trabalho.

Agradeço também a meus amados pais, Gerson Alves de Moraes e Amazônia de Araújo Moraes, pelos cuidados, dedicação e por todo amor e incentivo que me deram ao longo de minha vida, pois, sei que minhas conquistas pessoais e profissionais, tem o mesmo ou até maior significado para eles do que para mim.

Ao meu nobre professor e orientador, Dr. Francisco Eteval da Silva Feitosa, sou muito grato pelo cuidado, paciência e todas as colocações e correções pertinentes que foram essências para conclusão desse trabalho.

Deixo aqui também meus agradecimentos para todos colegas da minha turma top das galáxias (Profmat2016), em especial a Rose, Mário André, Hermínio, Daniel, Felipe, Lucas, Guto, Lúcio meu muito obrigado pela convivência saudável, amigável e por todos conhecimentos, momentos de alegria e pelas longas horas de estudos que compartilhamos durante essa jornada.

E na pessoa do diretor Fabiano agradeço ao Colégio Connexus, que ajustou o meu horário de trabalho para que eu pudesse cursar o mestrado, a essa instituição, dedico toda minha gratidão.

A todos os professores que dedicaram seu tempo para compartilhar seus saberes e suas experiências conosco, sou imensamente grato a todos.

A CAPES, pelo apoio financeiro durante todo o período do curso.

RESUMO

O objeto de estudo deste trabalho de investigação consiste em saber se (e como) as metodologias ativas vêm sendo empregadas no ensino de Álgebra Linear. Portanto, trata-se de uma pesquisa bibliográfica com delineamento do estado da arte. Foi feita uma busca nos repositórios dos Programas de Pós-Graduação em Educação Matemática (ou denominação equivalente), no Google Acadêmico e em periódicos nacionais e selecionamos trabalhos dos repositórios da PUC/SP, PUC/RS, UNB, UTFPR, UNICAMP, UFG, UFC, UFPE e das revistas REVEMAT, RBECT, SBEMRS no período de 2000 a 2018. Os resultados apresentados demonstram que as metodologias ativas vem sendo mesmo que timidamente utilizadas no ensino de Álgebra Linear, em particular, percebeu-se que o uso dessas metodologias, contribuem para a aproximação entre os estudantes e o professor durante as aulas, o que facilita a mediação docente durante o processo de ensino-aprendizagem nessa disciplina.

Palavras-chave: Metodologias Ativas de Ensino, Álgebra Linear, Estado da Arte.

ABSTRACT

The object of study of this research work is to know if (and how) the active methodologies have been used in the teaching of Linear Algebra. Therefore, it is a bibliographic research with an outline of the state of the art. A search was made in the repositories of the Graduate Programs in Mathematics Education (or equivalent name), in Google Scholar and in national journals and we selected works from the repositories of PUC / SP, PUC / RS, UNB, UTFPR, UNICAMP, UFG, UFC and REVEMAT, RBECT, SBEMRS magazines. The results presented demonstrate how students use digital resources to study Linear Algebra, and this result is directly related to the teaching methodology adopted by the teacher. In particular, it was noticed that the use of active methodologies contributes to the rapprochement between students and teacher during classes, which facilitates teaching mediation during the conceptualization process in this discipline.

Keywords: Active Teaching Methodologies, Linear Algebra, State of the Art.

Lista de Figuras

Figura 1- Mapa Conceitual da Disciplina Álgebra Linear.....	05
Figura 2- Mapa Conceitual – Relações entre os trabalhos analisados e as tendências em Educação Matemática.....	05
Figura 3- Fundamentos da Aprendizagem na Aplicação de Metodologias Ativas.....	12
Figura 4- Pirâmide de Aprendizagem de William Glasser (1986).....	13
Figura 5- Fluxograma do Peer Instruction.....	15
Figura 6- Rotação de Estação.....	18
Figura 7- Representação da Sala de Aula.....	20
Figura 8- Aprendizagem baseada em projetos.....	24

Lista de Quadros

Quadro 1- Quadro Comparativo – Sala de Aula Tradicional x Sala de Aula Invertida.....	16
Quadro 2- Quadro Comparativo – Metodologias Ativas.....	43

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
ENSINO DE ÁLGEBRA LINEAR.....	4
1.1 Os Índices de Reprovação em Álgebra Linear e as Metodologias Utilizadas.....	6
METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO: ASPECTOS HISTÓRICOS.....	8
2.1.1 Peer Instruction.....	13
2.1.2 Sala de Aula Invertida (ou <i>flipped classroom</i>)	15
2.1.3 Rotação por Estações.....	17
2.1.4 Aprendizagem Cooperativa	19
2.1.5 Aprendizagem Baseada e Problemas (ABP)	21
2.1.6 Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)	24
METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE ÁLGEBRA LINEAR: UM ESTADO DA ARTE.....	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
CONCLUSÃO.....	44

INTRODUÇÃO

Comenta-se muito sobre as dificuldades em aprender Matemática, e esse fato é assim julgado desde a antiguidade onde a Matemática era reservada nas escolas para aqueles que seguiam os estudos até níveis elevados, e em algumas áreas específicas da Matemática essa dificuldade se torna ainda mais marcante, como no caso da Álgebra Linear.

A álgebra linear é um campo de estudo muito importante e de grande aplicabilidade, além de constituir uma ferramenta teórica dentro de vários domínios da matemática, os seus conteúdos estão contemplados em problemas de diversas áreas de conhecimento. Porém, o ensino e a aprendizagem da álgebra linear são considerados por professores e estudantes como sendo uma experiência difícil, devido às dificuldades manifestadas pelos alunos nesta disciplina (DORIER, 2002; HILLEL, 2012). Geralmente, a álgebra linear é a primeira disciplina que os alunos têm contato com uma maior estrutura axiomática, exigindo deles elevados níveis de abstração e rigor matemático.

Muitas vezes, o nível de formalismo dessa disciplina não permite aos estudantes estabelecer conexões com o que já sabem de matemática. A abordagem axiomática acaba provocando nos estudantes o sentimento de estarem aprendendo um tema que não lhes parece ser significativo.

Algumas pesquisas nacionais, como a de Celestino (2000), e internacionais, como a de Dorier (2000), apontam altos índices de reprovação na disciplina de álgebra linear em cursos da área de ciências exatas. A álgebra linear também tem altos índices de reprovação e uma conseqüente evasão dos alunos.

A disciplina de álgebra linear exige que os alunos aprendam a sua natureza conceitual, com as suas características de abstração e formalismo e a centralidade da prova. No entanto, ainda são poucos os trabalhos que auxiliam os professores a desenvolverem suas práticas de ensino nessa disciplina.

A literatura aponta que o foco de estudo em álgebra linear está muito mais voltado para a aprendizagem dos estudantes do que para as questões do ensino e propõem estratégias através das metodologias ativas. A dissertação tem como temática “Metodologias Ativas no Ensino da Álgebra Linear”, dissertando a partir da visão de Celestiano (2000), Sams (2012), Mazur (2015), entre outros.

No contexto de uma sociedade complexa, onde as informações avançam a velocidades consideráveis e o desenvolvimento causado pelo avanço das ciências e tecnologias tem sido cada vez maior, a formação do professor de Matemática, em razão da presença de conhecimentos desse campo nas mais diversas áreas de atuação humana, tem suscitado reflexões e demandado ações mais dinâmicas, com o propósito de elaborar e reelaborar saberes que serão imprescindíveis para a realização de uma prática pedagógica de qualidade.

Partindo desse pressuposto, as tecnologias estão invadindo o mundo e o conhecimento está cada vez mais ao alcance de todos, considerando que em muitos casos são colocados à disposição de forma complexa, desconexa da realidade, como se fosse propriedade de poucos.

Alguns estudiosos como Piaget e Vigotski, embora possam discordar um do outro, defendem que o ser humano não nasce pronto e acabado e rejeitam as teorias inatistas, segundo as quais o indivíduo ao nascer já traz consigo as características que desenvolverá ao longo da vida. Para Vigotski, a formação do homem acontece a partir de uma relação dialética entre este e a sociedade na qual ele vive. Ou seja, ele não considera o indivíduo ou o seu ambiente separadamente, mas a interação entre eles, onde ele poderá apropriar-se e internalizar os instrumentos e os signos e, conseqüentemente, desenvolver-se cognitivamente (Vigotski, 1991).

Logo, se observa que a aprendizagem depende de um contexto promissor constituído por metodologias significativas, materiais didáticos alternativos, relações harmoniosas e interativas entre os componentes do processo e ambientes acolhedores. Inserida nesta discussão está a Matemática, vítima de crenças e concepções errôneas, considerada por muitos como a “matéria mais difícil” e que não está acessível a todos ou ainda nem todos conseguem aprendê-la.

Assim, as metodologias ativas vêm garantir ao ensino da Matemática contribuições que possam ser exploradas, as metodologias que priorizem a criação de estratégias, a comprovação, a justificativa, a argumentação, o trabalho coletivo, a criatividade, a iniciativa pessoal e a autonomia advinda do desenvolvimento da confiança na própria capacidade de conhecer e enfrentar desafios, compreendendo e transformando sua realidade.

A presente dissertação consiste em uma pesquisa do tipo estado da arte, na qual buscamos evidências da aplicação de metodologias ativas no ensino de Álgebra Linear. Para tanto, iniciamos com um breve panorama a cerca do ensino de Álgebra Linear. Em seguida, apresentamos os principais tipos de metodologias ativas e quais seus princípios básicos. No capítulo III apresentamos nosso resultado principal.

CAPÍTULO I

ENSINO DE ÁLGEBRA LINEAR

Neste capítulo veremos que a Álgebra Linear se apresenta de maneira paradoxal, explicando que apesar da disciplina parecer a mais simples de todas as teorias da matemática, os problemas encontrados para ensiná-la são fora de proporção com suas dificuldades intrínsecas. Compreendendo que no Brasil, a pesquisa sobre o ensino da Álgebra Linear é extremamente recente, tendo timidamente começado nos anos 90.

A disciplina de Álgebra Linear é constituída pela hierarquia sistemática dos seguintes conceitos: matriz, sistema linear, espaço vetorial, transformação linear, autovalor, autovetor, diagonalização e produto interno, além de outros conceitos que deles derivam. Todos esses conceitos se inter-relacionam e dependem uns dos outros para se constituírem. Destaca Assis (2018, p. 34)

[...] a aprendizagem do conceito de espaço vetorial tem como pré-requisito básico o conhecimento dos conceitos de matriz e sistema linear, a aprendizagem do conceito de transformação linear requer a apropriação dos conceitos de matriz, de sistema linear e de espaço vetorial que se encontram na base desta hierarquia.

A aprendizagem do conceito de autovalor tem como pré-condição o aprendizado dos conceitos de matriz, sistema linear, espaço vetorial e transformação linear, e assim sucessivamente. Nesse sistema, o conceito de transformação linear ocupa lugar central. Se estruturam os demais conceitos da disciplina como autovalor, autovetor, diagonalização e produto interno, sendo inevitável o conhecimento dos conceitos estudados anteriormente a ele, a saber, matriz, sistema linear e espaço vetorial. Como se apresenta o Mapa Conceitual da disciplina Álgebra Linear na Figura 1.

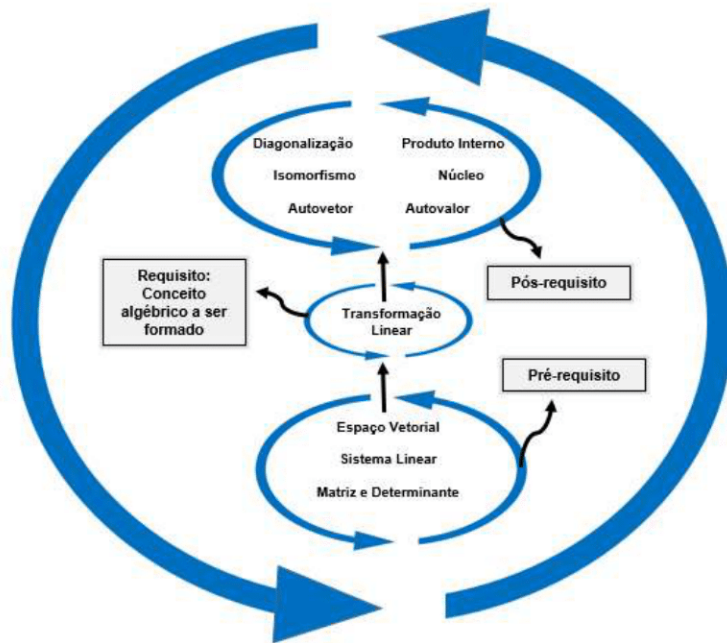


Figura 1: Mapa Conceitual da Disciplina Álgebra Linear

Fonte: ASSIS, Aline. Atividade de estudo do conceito de transformação linear na perspectiva da teoria do ensino desenvolvimental de v. V. Davydov. Goiânia, 2018.

Celestino (2000) apresenta finalidades que propõem melhorar e representar as relações, apresentando assim, um mapa conceitual, representado na Figura 2, que traz os sete temas considerados como tendências em Educação Matemática e o ensino e aprendizagem de Álgebra Linear e suas conexões.

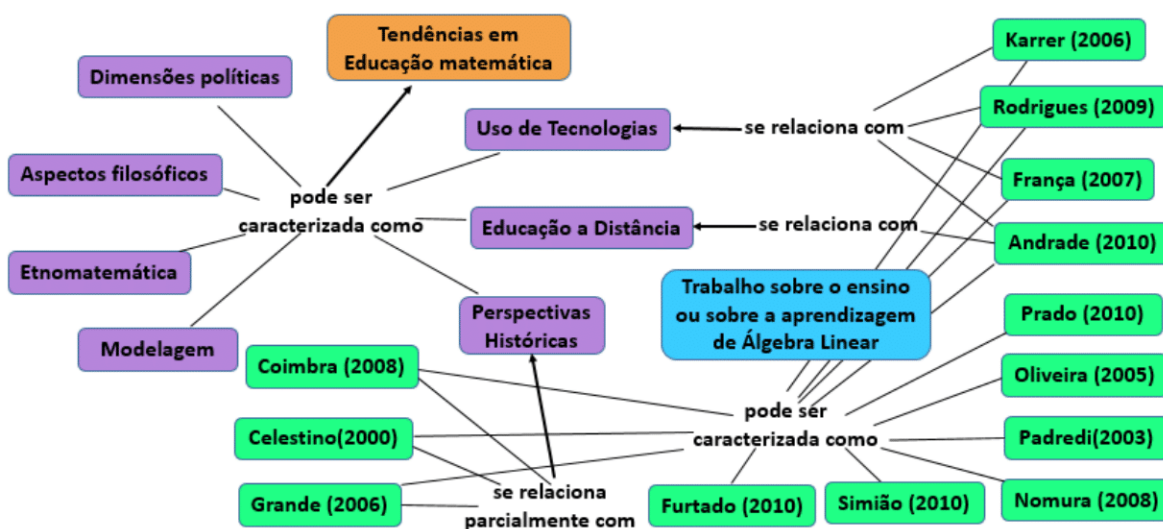


Figura 2: Mapa Conceitual - Relações entre os trabalhos analisados e as tendências em Educação Matemática

Fonte: http://www.rc.unesp.br/gpimem/downloads/artigos/autores/chiari_2013_enem.pdf

Compreendendo o mapa conceitual, que apenas três das sete tendências se relacionaram com os trabalhos sobre ensino ou aprendizagem de Álgebra Linear, quais sejam, Uso de Tecnologias Digitais, Educação a Distância em Educação Matemática e Perspectivas Históricas.

1.1 Os Índices de Reprovação em Álgebra Linear e as Metodologias Utilizadas

A partir da entrada de alunos na Universidade vem seguida de uma série de mudanças no perfil destes, necessárias para a adaptação e permanência do discente no curso de ingresso, uma vez que a forma de ensino e a complexidade dos conteúdos diferem muito do ensino básico. Celestino (2000, p. 17)

[...] o aluno vivenciara até então, causa certa insegurança quanto à carreira e exige mudanças significativas de hábitos, utilização de novas estratégias de aprendizagem, capacidade de conviver com colegas que têm condições, habilidades e aspirações não similares às suas.

Partindo dessa perspectiva, podem haver decepções quanto às expectativas levantadas em relação à vida universitária, à estrutura e metodologia do trabalho acadêmico, quando o aluno, mesmo com o pouco conhecimento específico, almeja o exercício da profissão. (CARDOSO, 2014, p. 31).

As possibilidades de uso das tecnologias no ensino de AL, muitos professores têm utilizado aplicações computacionais: em atividades que tratam do significado de alguns conceitos de AL; para visualização ou exploração de estruturas matemáticas; como calculadoras utilizadas em operações com matrizes; como ferramentas de instrução; para a exploração de algumas limitações de pontos flutuantes em gráficos; para a resolução de problemas do cotidiano, nos quais as dimensões das matrizes são extensas e o cálculo manual torna-se inviável.

O estudo da Álgebra Linear vem apontando um alto índice de reprovação, estudos afirmam que a necessidade de uma aula diferenciada, que seja compreendida, avaliada e exercitada por todos.

Uma série de fatores podem justificar o mau desempenho dos alunos que adentram no ensino superior, culminando na evasão do curso. Dentre eles podemos destacar a junção entre a má formação como estudante e o uso de uma metodologia de estudo inadequada, ou seja, as dificuldades básicas em assuntos que são pré-requisitos para o meio universitário e, a ausência ou ineficiência dos hábitos de estudo. (CELESTINO, 2000, P. 17)

No curso de Matemática, é visível a grande dificuldade enfrentada pelos universitários logo no início, onde inúmeras pesquisas apontam a elevada taxa de reprovação na disciplina de Álgebra Linear, ressaltando que tal disciplina integra a formação básica da grade curricular dessas graduações. Tal fato traz consequências significativas, como a retenção do aluno e até o abandono do curso.

Pesquisas mostram que dos 320 mil alunos que se matriculam anualmente em cursos de matemática no Brasil, apenas 10% chegam a concluir a graduação [2]. Macambira e Athayde [3] concluíram que quanto maior o índice de reprovação, maior a evasão no curso de matemática e os prováveis motivos são: falta de base no ensino fundamental e médio, falta de hábito de estudos diários, compreensão teórica da disciplina de cálculo, seleção do vestibular em áreas generalizadas e não direcionados a áreas específicas, práticas pedagógicas. (NISS, 1999, p. 34)

Uma mudança interessante ocorrida nestes últimos anos é a forma como se vê a participação dos alunos e professores no processo de ensino e aprendizagem. Atualmente, a preocupação tem sido como auxiliar os alunos a realmente aprender Álgebra Linear, pois hoje a responsabilidade é dividida com a universidade, uma vez que cabe a ela, buscar atender o que é e o que leva o aluno ao aprendizado de Matemática, incluindo os processos que estão envolvidos, assim destaca Silva *et al.* (2016, p. 255) “consequência direta disso é que, quanto maior a reprovação, mais os alunos estão propensos a desistir do curso, contribuindo assim para os desperdícios sociais, acadêmicos e econômicos dos sistemas educacionais.”

Compreender as dificuldades encontradas pelo aluno nas atividades de Álgebra Linear, requer uma instigação devido o pressuposto de que os ingressantes em cursos na área de exatas deveriam ter maior afinidade com a matemática. Além disso, é sugerido propor uma intervenção pedagógica objetivando melhorias no rendimento dos alunos.

CAPÍTULO II

METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO: ASPECTOS HISTÓRICOS

Ao analisarmos alguns aspectos históricos das metodologias ativas de ensino, nota-se que estas, como prática pedagógica, tem suas matrizes conceituais datando do início do século XX, indo mais a fundo nos preceitos que envolvem sua concepção e evolução, compreende-se que se passa por um período em que é preciso buscar novas alternativas diferentes daquelas aplicadas no passado, pois não conseguem mais manter a atenção dos alunos naquilo que é importante. Gil (2009) já contextualizava em seus escritos um processo histórico em que diferenciava a Pedagogia que estava voltada à educação enquanto a didática estava voltada ao ensino.

Diante da necessidade de propor inovações na educação, estudiosos no Brasil, passaram a compreender as matrizes pedagógico-metodológicas como relativas ao ensino buscando o envolvimento nas seguintes direções, com indícios ainda vigentes contemporaneamente, sendo a primeira mais longa, a segunda já centenária, e as três últimas surgidas a partir da segunda metade do século XX. São elas pela ordem cronológica de emergência: tradicional, escola novista (ativa), libertadora, tecnicista e histórico-crítica. Como destaca Daros (2018, p. 8):

Apesar da contemporaneidade das metodologias ativas como prática pedagógica, suas matrizes conceituais datam do início do século XX. Ao escrever acerca da necessidade de se inovar as práticas pedagógicas na sala de aula, os principais autores, defendem desde o século XX, uma educação pautada na aprendizagem por meio de metodologias mais ativas.

Existem expectativas e aspirações, há algumas décadas, de que as orientações tradicional, escolanovista e tecnicista tivessem sido efetivamente superadas teórica e praticamente, porém elas são revigoradas por estruturas e situações pedagógicas e didáticas diversas, fazendo vir à tona suas marcas. A metodologia ativa (identificável também por escola ativa ou escolanovismo) está centrada na aprendizagem, o que significa uma hegemonia do aluno sobre o professor, dispensando, de certa forma, o mesmo. O aluno seria um auto aprendiz.

[...] o processo educativo não pode ter fins elaborados fora dele próprio. Os seus objetivos se contêm dentro do processo e são eles que o fazem educativo. Não

podem, portanto, ser elaborados senão pelas próprias pessoas que participam do processo. O educador, o mestre, é uma delas. A sua participação na elaboração desses objetivos não é um privilégio, mas a consequência de ser, naquele processo educativo, o participante mais experimentado e, esperemos, mais sábio. (DEWEY apud TEIXEIRA, 1957, p. 21)

Compreendendo o significado de metodologia como uma palavra que teve registro em língua portuguesa somente em 1858. Em relação à sua etimologia, que advém do grego, compõe-se de três termos: metá(atrás, em seguida, através); hodós (caminho); e logos(ciência, arte, tratado, exposição cabal, tratamento sistemático de um tema) (HOUAISS, 2018). Passando a ser entendida como metodologia que pode ser compreendida como tratado, disposição ou ordenamento sobre o caminho através do que se busca, por exemplo, um dado objetivo de ensino ou mesmo uma finalidade educativa.

Não haveria, por conseguinte, uma metodologia de ensino sem intencionalidade imediata, a curto prazo e de caráter programático (constituída pelos objetivos), e mediata, de caráter teleológico (pelas finalidades).

Logo, atribui-se à metodologia ser homônima a método: este seria utilizado para substituir àquela e vice-versa.

O método compõe-se de metá(atrás, em seguida, através) e de hodós(caminho). Portanto, método significa somente caminho através do que se busca. Além disso, metodologia de ensino também não pode ser entendida como reunião de métodos e técnicas de ensino, os quais se refeririam à Didática teórica, cujos critérios passariam pelos “[...] objetivos, natureza do conteúdo, nível do aluno e natureza da aprendizagem [...]” (MARTINS, 2015, p. 46). Ainda para a mesma: “O método constitui o elemento unificador e sistematizador do processo de ensino, determinando o tipo de relação a ser estabelecida entre professor e alunos [...]” (2015, p. 40).

Uma dada metodologia de ensino busca imprimir um norteamento, fundado numa orientação que envolve a totalidade do processo de ensino, buscando, através dele, racionalidade e operacionalização, o que implica, necessariamente, em recusa à improvisação.

Silberman (2016) destaca a aprendizagem ativa como uma estratégia de ensino muito eficaz, independentemente do assunto, quando comparada com os métodos de ensino tradicionais. A partir dos métodos ativos, os alunos assimilam maior volume de conteúdo, retêm a informação por mais tempo e aproveitam as aulas com mais satisfação e prazer.

Partindo desse pressuposto, Ribeiro (2015) salienta que a experiência indica que a aprendizagem é mais significativa com as metodologias ativas de aprendizagem. Os alunos

que vivenciam esse método adquirem mais confiança em suas decisões e na aplicação do conhecimento em situações práticas, melhoram o relacionamento com os colegas aprendendo a expressarem-se melhor oralmente e por escrito, pois adquirem gosto para resolver problemas e vivenciam situações que requerem tomar decisões por conta própria, além de, reforçar a autonomia no pensar e no atuar.

A expressão aprendizagem ativa, conforme Meyers e Jones (2013) e Morán (2015) pode ser entendida como aprendizagem significativa, haja visto, que as metodologias ativas são pontos de partida para avançar para processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas. Beier, *et al.* (2017) reforçam que as metodologias ativas vêm como uma concepção educacional que coloca os estudantes como principais agentes de seu aprendizado, através dela, percebe-se o estímulo à crítica e à reflexão, incentivadas pelo professor que conduz a aula.

Então, o próprio aluno é o centro desse processo, pois através da aplicação de uma metodologia ativa é possível trabalhar o aprendizado de uma maneira mais participativa, uma vez que a colaboração dos alunos como sujeitos ativos trazem fluidez e essência de tal possibilidade educativa em sala de aula.

Conforme aponta Blikstein (2010) o grande potencial de aprendizagem que é desperdiçado nos espaços de ensino, diária e sistematicamente, em nome de ideias educacionais obsoletas, haja visto, que é uma tragédia ver, a cada dia, milhares de alunos sendo convencidos de que são incapazes e pouco inteligentes simplesmente porque não conseguem se adaptar a um sistema equivocado.

Através de Freire (2016) as metodologias ativas estão alicerçadas em um princípio teórico significativo: a autonomia, algo explícito na invocação. Nesse sentido, Mitre et al. (2008) consideram que as metodologias ativas utilizam a problematização como estratégia de ensino-aprendizagem, com o objetivo de alcançar e motivar o discente, pois diante do problema, ele se detém, examina, reflete, relaciona a sua história e passa a ressignificar suas descobertas. A problematização pode levá-lo ao contato com as informações e à produção do conhecimento, principalmente, com a finalidade de solucionar os impasses e promover o seu próprio desenvolvimento.

A metodologia de ensino também não pode erigir-se somente como finalidade, nem se apresentar com importância maior do que o aluno, ou sobrepô-lo, uma vez que ela se constitui fundamentalmente como mediação entre o professor e o aluno.

A metodologia de ensino tem como alvo a articulação e a efetivação das seguintes dimensões: relações entre professores e alunos, o ensino-aprendizagem, objetivos de ensino, finalidades educativas, conteúdos cognitivos, métodos e técnicas de ensino, tecnologias educativas, avaliação, faixa etária do educando, nível de escolaridade, conhecimentos que o aluno possui, sua realidade sociocultural, projeto político-pedagógico da escola, sua pertença a grupos e classes sociais, além de outras dimensões societárias em que se sustenta uma dada sociedade. (ZABALA, 2015, p. 87)

A partir dessa visão, compreende-se que a perspectiva da metodologia ativa é a formação do aluno, sua autonomia, sua emancipação, sua cidadania, seu desenvolvimento pessoal.

O tópico retrata as contribuições que as metodologias ativas apresentam na aprendizagem, pois é sabido entre os profissionais da educação que a linha de ensino tradicional, aquela que se refere ao ensino centrado no professor como detentor e transmissor de todo o conhecimento, sendo o aluno tratado como apenas receptor passivo do conhecimento vem sendo cada dia mais considerada defasada. Em detrimento a este ensino tradicional engessado, abre-se espaço para novas metodologias de ensino que agora são pensadas para melhor atender as necessidades dos alunos.

A Metodologia Ativa apresenta estratégias para se trabalhar a sala de aula inovadora, buscando práticas pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. As metodologias ativas vêm aguçar o processo do aprender, utilizando experiências reais ou simuladas; a resolução de desafios da prática social ou profissional em diversos contextos; o processo formativo do aluno; as competências; possíveis habilidades e competências a serem desenvolvidas nos alunos, propondo aplicar perspectivas e complementares às estratégias.

[...] o aprendizado por meio de leituras é mais efetivo quando se utilizam métodos ativos ou interativos e que a frequência cardíaca dos alunos, com o passar do tempo de aula, maior sua desmotivação, gerando situações em que o aluno deixa de prestar atenção – sonolência, devaneio ou distração (DAROS, 2018, p. 14).

Como referência deste modelo de ensino a proposta é incentivar os alunos a aprender de forma autônoma e participativa, a partir de problemas e situações reais. A proposta é que o estudante esteja no centro do processo de aprendizagem, participando ativamente e sendo responsável pela construção de conhecimento. Como mostra a figura 3 apresentando os fundamentos da aprendizagem na aplicação de Metodologias Ativas, assim apresenta Moran (2017).



Figura 3: Fundamentos da Aprendizagem na Aplicação de Metodologias Ativas

Fonte: <https://novaescola.org.br/conteudo/11897/como-as-metodologias-ativas-favorecem-o-aprendizado>. Acesso: 20 de maio de 2019

O processo de ensinar e aprender acontece numa interligação simbiótica, profunda, constante entre o que chamamos mundo físico ao processo de autonomia do aluno. Assim, não são dois mundos ou espaços, mas um espaço estendido, uma sala de aula ampliada – que se mescla, hibridiza constantemente.

Para compreender a importância do desenvolvimento ensino-aprendizagem é necessário o estudo envolvendo as metodologias que apresentam resultados positivos, nesse contexto, Bloom (1956), ressalta que a cognição se dá pelas habilidades hierarquizadas, conforme o grau de complexidade de seu processamento. Nessa hierarquia, o conhecimento é o nível mais primário, passando pela compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação, o nível mais complexo.

Gardner (2017), ao estudar a forma como se compreende o mundo e a cognição, nos anos 1980, apresentou nove tipos de inteligência que são diferentes e complementares entre si: verbal ou linguística, lógico-matemática, musical, visual ou espacial, corporal ou cinestésica, interpessoal, intrapessoal, naturalista e existencialista; as duas últimas em suas obras mais recentes (GARDNER, 2017). As atividades que desenvolvam e deem ênfase a cada uma das inteligências podem ser utilizados de muitas maneiras. Pela teoria de Glasser, as pessoas aprendem de formas diferentes em cada situação e ao adaptá-la para as metodologias utilizadas em educação pode-se observar a composição, como destaca a figura 4.

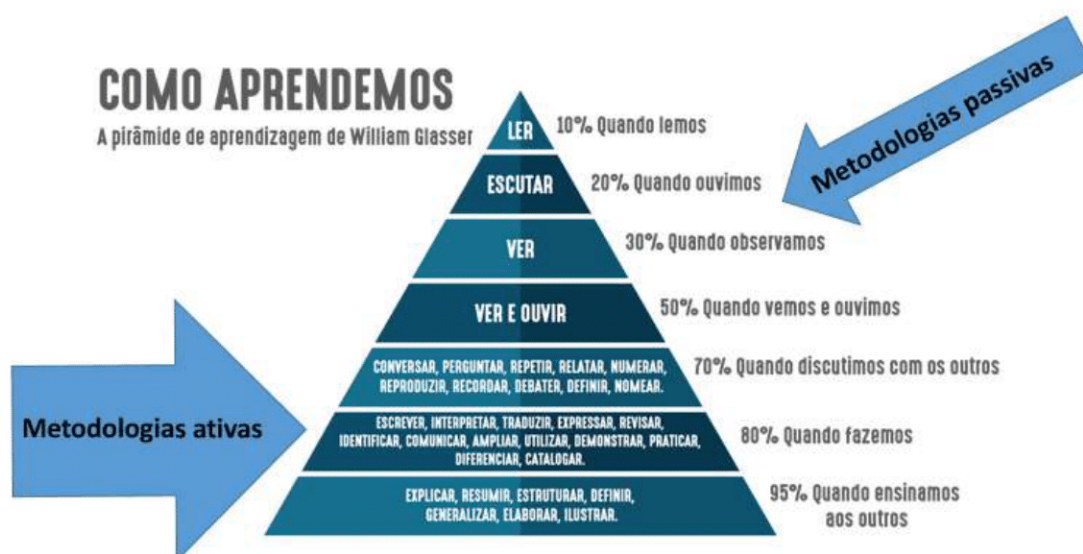


Figura 4: Pirâmide de aprendizagem de William Glasser (1986)

Fonte: <http://www.abed.org.br/congresso2018/anais/trabalhos/109.pdf>. Acesso: 14 de junho de 2019

Percebe-se aqui que os procedimentos metodológicos empregados nas metodologias ativas apresentam um rendimento significativo na maneira de aprender quando comparado a outros procedimentos mais passivos de ensino.

Assim as Metodologias Ativas apresentam-se como formas de desenvolver o processo do aprender que os professores utilizam na busca de conduzir a formação crítica de futuros profissionais nas mais diversas áreas. A utilização dessas metodologias pode favorecer a autonomia do educando, despertando a curiosidade, estimulando tomadas de decisões individuais e coletivas, advindos das atividades essenciais da prática social e em contextos do estudante.

Elas funcionam com uma lógica um pouco diferente do aprendizado tradicional, pois o conhecimento deixa de ser apenas transmitido e passa a ser obtido de maneira mais ativa pelo aluno, justamente como o nome sugere.

Entre estas metodologias ativas, destacamos a seguir algumas que vem ganhando mais adeptos e cujas pesquisas nas áreas de ciências exatas tem apresentados resultados positivos mais relevantes.

2.1.1 *Peer Instruction*

A partir da perspectiva e importância da metodologia ativa, o método *Peer Instruction*¹, proposto pelo Prof. Eric Mazur, da Universidade de Harvard (EUA), no início da

¹ A *Peer Instruction* pode ser traduzida livremente para o português como “Instrução pelos pares” ou “Instrução pelos colegas”. É uma metodologia ativa de ensino desenvolvida pelo pesquisador norte-americano e professor da Universidade de Harvard Eric Mazur.

década de 1990, mais precisamente no ano de 1991, foi introduzido em uma disciplina de Física básica nessa mesma universidade e se difundiu rapidamente pelo mundo, em especial nos Estados Unidos, Canadá e Austrália, tornando-se hoje um método de ensino consolidado e utilizado em diversas disciplinas, especialmente no ensino superior.

Baseado no estudo prévio do aluno e na interação com seus colegas de classe, através de discussões sobre questões conceituais mediadas pelo professor, o método *Peer Instruction* (PI) tem por objetivo modificar o comportamento do aluno em sala de aula, fazendo com que todos os alunos se envolvam com o conteúdo de ensino, por meio de questionamentos estruturados, promovendo o aprendizado colaborativo (MAZUR, 2015, p. 56).

A Peer Instruction modifica o formato tradicional de aula para incluir questões destinadas a envolver ainda mais os alunos. Da mesma forma que mudanças de metodologias causam diferença na educação e no desempenho dos jovens, as Instituições de Ensino precisam mudar para sobreviver as expectativas de desempenho cada vez mais elevadas do mercado educacional. *A Peer Instruction* se mostra como uma excelente estratégia para as Instituições de Ensino que querem alcançar um diferencial competitivo entre seus concorrentes.

A sala de aula tradicional propõe uma apresentação de conteúdos, tirados diretamente de livros, proporcionando aos estudantes pouco incentivo para assistir as aulas. A aula PI é baseada em testes conceituais e de acordo com a porcentagem de acertos em cada questão o professor decide sobre a sequência da aula. (MOREIRA, 2017, p. 62)

Essa técnica exige que cada aluno compreenda os conteúdos disponibilizados previamente e explique ao seu par o seu entendimento sobre o assunto. A instrução por pares é considerada uma forma de aprendizagem cooperativa, porque o conhecimento é compartilhado em pequenos grupos, focado em um único objetivo e envolve todos os alunos da classe.

A breve explanação do professor deve se conter em tópicos nos quais os alunos não compreenderam direito, relatados a partir do estudo prévio que eles fizeram, ou então de um tópico que, segundo o professor, seria de difícil compreensão no estudo prévio do aluno. Essa "mini exposição" deve durar cerca de 7 a 10 minutos, cabendo ao professor iniciar os testes conceituais ou explicar novamente esses tópicos, caso os alunos não o tivessem entendido corretamente. Entendendo o processo de aula PI a partir da figura 5 apresentando o fluxograma do *Peer Instruction* desenvolvido por Mazur (2015, p. 29).

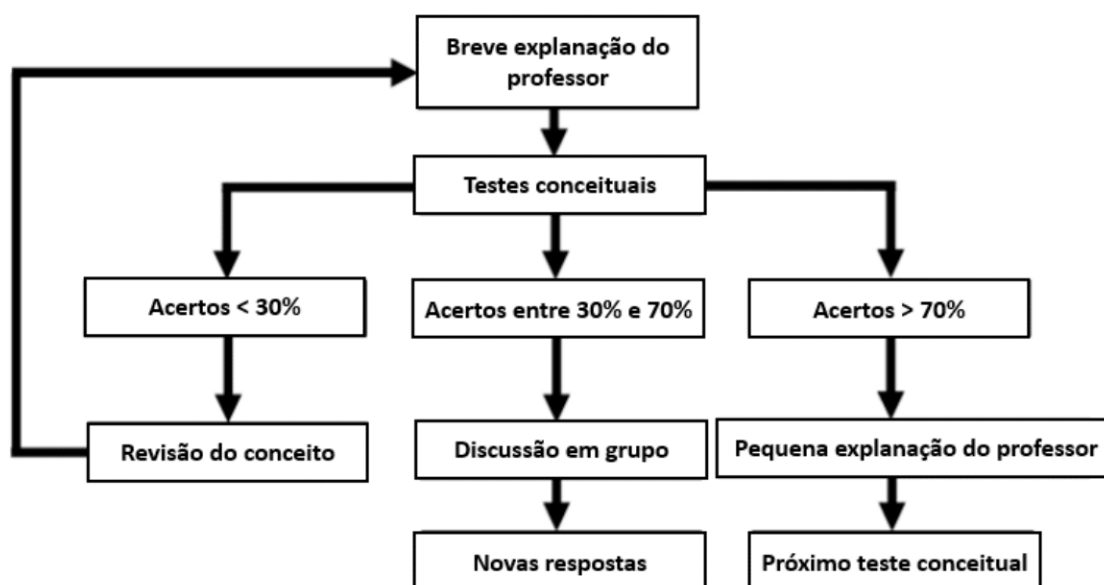


Figura 5: Fluxograma do *Peer Instruction*

Fonte: http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/produtoeducacional_alan.pdf. Acesso: 22 de julho de 2019.

Previamente compreendida e aplicada, estudos apontam que a metodologia alcança uma maior eficiência quando o índice de acertos fica entre 30% e 70%, uma vez que, neste caso, há discussão em pequenos grupos de alunos mediada pelo professor (MAZUR, 2015).

Esse trabalho que envolve discussões, geralmente ajudam a desenvolver habilidades de comunicação, além de facilitar a identificação das dúvidas assinaladas pelos alunos (CROUCH, MAZUR, 2016). Assim, a troca de argumentos favorece a estruturação da estrutura cognitiva dos alunos, favorecendo a aprendizagem (OLIVEIRA, 2014).

Diante do exposto, a metodologia Peer Instruction surge como uma alternativa bastante eficiente na forma de abordar os conteúdos de Álgebra Linear com ênfase na exploração de conceitos.

2.1.2 Sala de Aula Invertida (ou *flipped classroom*)

Compreendendo a aprendizagem ativa, baseada na transmissão de informação, o aluno assume uma postura mais ativa, propondo a resolução dos problemas, desenvolve projetos e, com isto, cria oportunidades para a construção de conhecimento.

Diversas estratégias têm sido utilizadas para promover a aprendizagem ativa como a aprendizagem baseada na pesquisa, o uso de jogos ou problem based learning (PBL). MIT e Harvard adotaram a estratégia da “sala de aula invertida”, implantada em algumas disciplinas. (CROUCH; MAZUR, 2015, p. 45)

O professor antes de ministrar a aula, verifica as questões mais problemáticas, e que devem ser trabalhadas em sala de aula. Durante a aula, as discussões são intercaladas com Concept Tests, destinados a expor as dificuldades que os alunos encontram. Como ressalta Educause (2012, P. 12).

Concept Tests são respondidos via sistema de resposta interativo, tipo clicker, de modo que a classe e o professor possam acompanhar o nível de compreensão sobre os conceitos em discussão. Antes de responder o teste, os alunos têm um ou dois minutos para pensar sobre a questão e formular suas próprias respostas. Dependendo da resposta, eles passam dois ou três minutos discutindo suas respostas em grupos de 3-4 alunos, na tentativa de chegar a um consenso sobre a resposta correta.

Partindo desse processo, verifica-se que ele obriga os alunos a pensarem sobre os argumentos a serem desenvolvidos, e permite que eles (assim como o professor) possam avaliar o nível de compreensão sobre os conceitos antes mesmo de deixar a sala de aula. Analisando uma sala de aula tradicional e uma sala de aula invertida, fica nitidamente visível que o aluno quando parte a utilizar esta estratégia, apresentam ganhos significativos na compreensão conceitual, avaliados com testes padronizados, bem como ganham habilidades para resolver problemas comparáveis aos adquiridos nas aulas tradicionais, como aponta o quadro 1 abaixo, criada por Bergmann; Sams (2016, p. 13)

Quadro 1: Quadro Comparativo – Sala de Aula Tradicional x Sala de Aula Invertida

Sala de Aula Tradicional		Sala de Aula Invertida	
Atividade de aquecimento	5 minutos	Atividade de aquecimento	5 minutos
Repasso do dever de casa da noite anterior	20 minutos	Perguntas e respostas sobre o vídeo	10 minutos
Preleção de novo conteúdo	30-40 minutos	Prática orientada e independente e/ou atividade de laboratório	75 minutos
Prática orientada e independente e/ou atividade de laboratório	20-35 minutos		

Fonte: Bergmann; Sams, 2016

A metodologia de ensino ainda se vincula muito intimamente com o aprendizado por meio de aulas expositivas, alguns alunos podem se sentir perdidos, desmotivados, ou até achar que o professor não está cumprindo o seu papel, uma vez que “não há aula” em seu sentido tradicional. Por isso, é possível que esses estudantes tenham que passar por uma adaptação até se sentirem confortáveis com a sala de aula invertida. Os conflitos e anseios por vezes gerados pela aplicação dessa estratégia podem trazer consequências para o aprendizado, bem como pressões e angústias que nem professor nem aluno enfrentavam quando o modelo tradicional imperava na atividade docente.

Assim, a busca pela mudança de mentalidade em relação ao que esperar de uma “aula” é um dos principais desafios a serem enfrentados no processo de inovação no ensino.

2.1.3 Rotação por Estações

A metodologia de Rotações por Estações de Aprendizagem já está presente em várias instituições de ensino no Brasil e apresenta ótimos resultados em sua aplicação e dinâmica de ensinamento.

Para sua aplicabilidade, um educador de adultos precisa relacionar a teoria com a prática e fazer com que seus ensinamentos tenham um início, meio e fim. Para atrair e envolver os aprendizes, os mesmos serão divididos em grupos e é criada uma espécie de “circuito” na sala de aula, onde contém 3 estações. De acordo com Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015).

O modelo de Rotação é aquele no qual, dentro de um curso ou matéria (ex.: matemática), os alunos revezam entre modalidades de ensino, em um roteiro fixo ou a critério do professor, sendo que pelo menos uma modalidade é a do ensino online. Outras modalidades podem incluir atividades como as lições em grupos pequenos ou turmas completas, trabalhos em grupo, tutoria individual e trabalhos escritos. O modelo de Rotação tem quatro submodelos: Rotação por Estações, Laboratório Rotacional, Sala de Aula Invertida, e Rotação Individual (CHRISTENSEN, HORN E STAKER, 2013, p. 27).

No modelo andragógico, defende a aplicação de imediato do conhecimento e o compartilhamento de experiências, portanto na Rotações por Estações de Aprendizagem, não seria diferente, pois as estações podem ser divididas da seguinte forma:

- Na primeira estação é onde os grupos passam pela Estação do Conhecimento, momento este em que o educador orienta o grupo, tira dúvidas e propõe desafios para a equipe. Caso a turma seja grande, cada equipe poderá assumir um desafio diferente.
- Na próxima estação, que chamamos de Estação da Pesquisa, os alunos deverão trabalhar o desafio proposto pelo educador, utilizando a tecnologia (mecanismos de buscas, mídias sociais, fóruns, websites, etc) e chegar em um resultado. Se necessário, o educador já pode deixar preparado alguns desafios online, adaptado a cada equipe.
- Na terceira e última estação, chamada de Estação do Compartilhamento, a equipe irá promover um debate, elaborar dinâmicas e atividades práticas, a fim de disseminar o conhecimento adquirido nas demais estações. O objetivo é que elas compartilhem com as demais equipes aquilo que adquiriram de conhecimento e experiência, os dados e informações encontradas durante a pesquisa e como foi a resolução do problema.



Figura 6: Rotação por Estações

Fonte: <https://www.google.com/search?q=imagens+Rota> . Acesso: 20 de agosto de 2019.

É interessante que seja estipulado um tempo para a permanência em cada uma das estações e que os grupos não sejam compostos por mais de 5 alunos. Quando o educador trabalha com grupos pequenos, tem a possibilidade de lidar com as diferentes necessidades individuais dos alunos e realmente envolvê-los no assunto com base no conhecimento prévio, suas experiências e profundidade de compreensão.

Aprender com os pares torna-se ainda mais significativo quando há um objetivo comum a ser alcançado pelo grupo. Colaboração e uso de tecnologia não são ações antagônicas. As críticas sobre o isolamento que as tecnologias digitais ocasionam não podem ser consideradas em uma ação escolar realmente integrada, na qual as tecnologias como um fim em si mesmas não se sobreponham à discussão nem à articulação de ideias que podem ser proporcionadas em um trabalho colaborativo (BACICH; MORAN, 2015, p. 45)

A vantagem dessa metodologia é que pode ser aplicada em qualquer curso, em qualquer nível de ensino, tanto que muitas instituições já perceberam a diferença no resultado da aprendizagem.

No modelo de Rotação por Estações os alunos são organizados em grupos e se revezam dentro do ambiente da sala de aula com atividades online que independem do acompanhamento direto do professor. Nesse modelo, são valorizados os momentos colaborativos e individuais. (KARRER, 2018, p. 5)

As situações são propostas visando gerar modificações nos pensamentos usuais dos sujeitos partindo-se de um desenho inicial, o qual representa um conjunto de conjecturas que suportarão um modo diferenciado de aprendizagem. Nessa metodologia, as conjecturas iniciais são testadas e, se necessário, refutadas. Novas conjecturas são geradas e testadas continuamente durante a execução do experimento. Tal fato dota essa metodologia das características cíclica, iterativa e flexível, tendo em vista que o desenho inicial é reformulado durante o processo, caso a necessidade de adaptações seja revelada pelas produções dos sujeitos.

Apresenta-se o modelo de Rotação Individual que difere dos outros modelos de Rotação porque, em essência, trabalha com a personalização do ensino. Nesse modelo, cada aluno tem um roteiro individualizado e, não necessariamente, participa de todas as estações ou modalidades disponíveis. O modo de condução depende das características do aluno e das opções feitas pelo professor para encaminhar a atividade.

2.1.4 Aprendizagem Cooperativa

Baseado em cooperar, a interação entre alunos é o fator chave para no desenvolvimento das capacidades cognitivas, afetivas e de inserção social. Exploram-se mais o aspecto afetivo dessas interações e menos sua potencialidade em termos de construção de conhecimento. Destaca Firmiano (2001, p. 5).

A ausência de metodologias participativas e o uso de métodos de ensino tradicionais nas escolas fazem com que crianças e adolescentes se ocupem cada vez mais com atividades individualistas e competitivas. Essas metodologias, que tem a competição como principal motor, reforçam a concorrência e o sentimento de baixa eficácia pelos que obtêm menos aproveitamento nos estudos, reforçando a exclusão social, além de não preparar os jovens para os desafios e exigências da sociedade.

Compreendendo a metodologia, se propõe que a escola deva dar respostas às diferentes necessidades de seus estudantes, com foco no desenvolvimento de suas

capacidades, enquadrando-se com a utilização de uma nova metodologia que possibilite aos educandos participarem e partilharem maiores responsabilidades em relação a sua aprendizagem.

Ao tentar compreender outras formas de resolver uma situação, o aluno poderá ampliar o grau de compreensão das noções matemática nela envolvida. Trabalhando coletivamente, por sua vez, favorecendo o desenvolvimento de capacidades como: perceber que além de buscar a solução para uma situação proposta devem cooperar para resolvê-la e chegar a um consenso; saber explicitar o próprio pensamento e procurar compreender o pensamento do outro; discutir as dúvidas, supor que as soluções dos outros podem fazer sentido e persistir na tentativa de construir suas próprias ideias; incorporar soluções alternativas, reestruturar e ampliar a compreensão acerca dos conceitos envolvidos nas situações e, desse modo, aprender.

A escola deve deixar de ver o professor com o detentor de conhecimentos, deve valorizar o conhecimento prévio que o aluno trás, baseados no dia a dia.



Figura 7: Representação da sala de aula

Fonte: https://www2.olimpiadadehistoria.com.br/vw/118b0SK4wNQ_MDA_b3dfd Acesso: 20 de agosto de 2019.

O confronto entre o que o aluno pensa e o que pensam seus colegas, seu professor e as demais pessoas com quem convive é uma forma de aprendizagem significativa, principalmente por pressupor a necessidade de formulação de argumentos (dizendo, escrevendo, expressando) e de validá-los (questionando, verificando, convencendo).

Estudiosos da educação, especialmente do processo de aprendizagem, reconhecem na cooperação um elemento fundamental para o aprender, na medida em que o ainda não compreensível por um pode ser compreensível por outro. Aprender com o outro exige trabalho coletivo.

O conhecimento dos alunos, seus interesses, preocupações e desejos associados à intervenção do professor devem fazer com que todos se sintam envolvidos em um processo vivo, no qual o jogo de interações, conquistas e concessões provoquem

aprendizagem e o enriquecimento de todos. A aprendizagem cooperativa se baseia na ideia de que somos seres sociais, ou seja, nos formamos na relação com o outro. (FIRMIANO, 2011, p. 5).

A maior preocupação de um professor, ao assumir a sala de aula com o método híbrido em relação aos alunos é no sentido de que sujeito se quer formar e para que sociedade. É por isso que se torna tão importante uma prática educativa que seja democrática, participativa, dialógica e transformadora.

2.1.5 Aprendizagem Baseada e Problemas (ABP)

Compreendendo a definição de aprendizagem Baseada e Problemas, muitos autores conceituam, Delisle (2014, p. 5), a ABP é “uma técnica de ensino que educa apresentando aos alunos uma situação que leva a um problema que tem de ser resolvido”.

Lambros (2011), em uma definição muito semelhante à de Barrows (1986), afirma que a ABP é um método de ensino que se baseia na utilização de problemas como ponto inicial para adquirir novos conhecimentos.

Já Barell (2007) interpreta a ABP como a curiosidade que leva à ação de fazer perguntas diante das dúvidas e incertezas sobre os fenômenos complexos do mundo e da vida cotidiana. Esclarecendo que, nesse processo, os alunos são desafiados a comprometer-se na busca pelo conhecimento, por meio de questionamentos e investigação, para dar respostas aos problemas identificados.

[...] um caminho que conduz o aluno para a aprendizagem. Nesse caminho, o aluno busca resolver problemas inerentes à sua área de conhecimento, com o foco na aprendizagem, tendo em vista desempenhar um papel ativo no processo de investigação, na análise e síntese do conhecimento investigado. (BARELL, 2007, p. 34).

A ABP tem apresentado resultados positivos, observados por pesquisadores das mais diferentes áreas, os quais a utilizaram como método de aprendizagem ativa, seja em cursos universitários, seja na educação básica.

Compreendendo as mudanças na educação, surge as metodologias ativas, apresentando as metodologias problematizadoras, onde a problematização e a aprendizagem são baseadas em problemas (ABP). São duas propostas distintas que “trabalham

intencionalmente com problemas para o desenvolvimento dos processos de ensinar e aprender” (AUSUBEL p. 141).

Essas metodologias vêm apoiadas na aprendizagem por descoberta e significativa, ambas valorizam o aprender a aprender. Buscam discutir o processo educacional no mundo contemporâneo, resgata a necessidade de romper com a postura de transmissão de informações, na qual os alunos assumem o papel de indivíduos passivos, preocupados apenas em recuperar tais informações quando solicitados.

Passam a apropriar-se de conceitos desenvolvidos por Paulo Freire, ressaltando a necessidade de conceber a educação como prática de liberdade, em oposição a uma educação como prática de dominação.

Por isso, a educação problematizadora fundamenta-se na relação dialógica entre educador e educando, que possibilita a ambos aprenderem juntos, por meio de um processo emancipatório. A educação problematizadora trabalha a construção de conhecimentos a partir da vivência de experiências significativas.

Compreendidas nos processos de aprendizagem por descoberta, em oposição aos de recepção (em que os conteúdos são oferecidos ao aluno em sua forma final), os conteúdos de ensino não são oferecidos aos alunos em sua forma acabada, mas na forma de problemas, cujas relações devem ser descobertas e construídas pelo aluno, que precisa reorganizar o material, adaptando-o à sua estrutura cognitiva prévia, para descobrir relações, leis ou conceitos que precisará assimilar.

Ao analisar a prática pedagógica tradicional, apoiada nos procedimentos didáticos de aulas expositivas, em que o professor reproduz e transmite um conteúdo apoiado em um manual didático, para alunos que devem ouvir, ler, decorar e repetir, constatamos que esse ainda é o método tradicionalmente utilizado.

E para destacar a metodologia ABP, compreende-se como uma metodologia centrada no aluno, onde se acentua a importância da ABP, vez que, por sua aplicabilidade, estará possibilitando o desenvolvimento de atividades educativas que envolvem a participação individual e grupal em discussões críticas e reflexivas.

Esse método compreende o ensino e a aprendizagem a partir de uma visão complexa e transdisciplinar que proporciona aos alunos a convivência com a diversidade de opiniões, convertendo as atividades desenvolvidas em sala de aula em situações ricas e significativas para a produção do conhecimento e da aprendizagem para a vida. Além disso, propicia o

acesso a maneiras diferenciadas de aprender e, especialmente, de aprender a aprender (DELISLE, 2014).

Na ABP, o trabalho em grupo vem sendo destacado como uma forma de atividade em que o aluno valoriza a convivência e se dispõe a participar, de forma criativa, do processo de aprendizagem, buscando criar espaços para o trabalho cooperativo, no qual todos são protagonistas, colaborando para uma aprendizagem mútua e integral (BARRETT & MOORE, 2011).

O trabalho em grupo vem propor processo educativo que se desenvolve, o aluno apresenta-se como um investigador reflexivo, competente, produtivo, autônomo, dinâmico e participativo. Nesse processo, o professor tutor é responsável por definir o tamanho dos grupos, de acordo com a quantidade de alunos, de forma que os grupos atinjam um número em torno de 4 a 5 componentes, tornando assim um processo quantitativo, permitindo que todos possam se envolver com as atividades e participar de forma colaborativa, igualitária, a fim de favorecer o desenvolvimento das habilidades individuais, apesar das diferentes personalidades, para que haja coesão entre os componentes, o que permitirá chegar a consensos nas discussões.

Algo a ser exigido de um professor é o domínio do conteúdo de sua disciplina, mantendo constantemente atualizados os conhecimentos científicos para dar resposta às exigências da evolução dos saberes e às demandas da sociedade.

O professor deve, ainda, conhecer a contribuição da sua disciplina ao avanço tecnológico e identificar os valores éticos presentes na sociedade.

Na dimensão didático-pedagógica, é importante que o professor conheça os processos psicológicos que afetam a aprendizagem, assim como os métodos e estratégias didáticas, que, de acordo com as características da disciplina, melhor favoreçam a aprendizagem. A ABP é um método que contempla como um dos pontos fundamentais de sua aplicação a relação entre o professor, o aluno e o conteúdo a ser estudado e aprendido. (SOUZA & DOURADO, 2015, p. 9)

O professor posiciona-se como um mediador, um guia que estimula os alunos a descobrir, a interpretar e a aprender. No desempenho desse papel, assume a função de professor tutor, um criador de situações de aprendizagem.

Vem contribuir para o desenvolvimento de uma série de princípios didáticos que vinculam o ensino e a aprendizagem com situações reais, reforçando a atividade independente, ativa e responsável do aluno na construção de novas aprendizagens que

complementem a relação professor, aluno e conhecimento adquirido. Todas essas características do professor tutor são apresentadas em relação às etapas fundamentais no processo de aplicação da ABP.

2.1.6 Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)

A expressão aprendizagem baseada em projeto surge, às vezes, como sinônimo de aprendizagem baseada em problema. Embora o desenvolvimento de um projeto geralmente ocorra com a resolução de problemas, uma prática tem como foco o problema, e a outra, o projeto. Ambas têm como premissas o ensino centrado no aluno e a aprendizagem colaborativa e participativa. Em geral, a terminologia “aprendizagem baseada em projeto” é aplicada a modalidades em que há um produto tangível como resultado.

Behrens e José (2011), a metodologia de projetos foi proposta inicialmente por John Dewey e chegou ao Brasil nas traduções de Anísio Teixeira na década de 1930, na origem do movimento denominado Escola Nova.

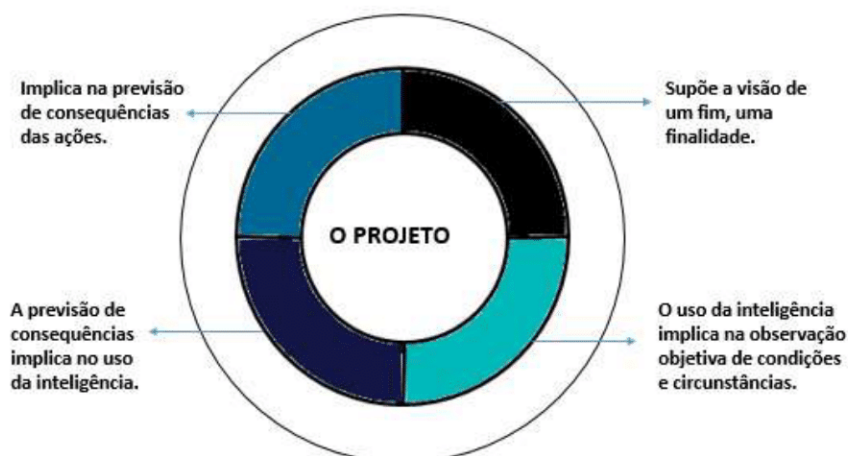


Figura 8: Aprendizagem baseada em projeto.

Fonte: <https://www.hoper.com.br/single-post/2015/06/22/METODOLOGIAS-ATIVAS-O-QUE-%C3%89-APRENDIZAGEM-BASEADA-EM-PROJETO> Acesso: 15 de setembro de 2019.

Segundo Campos (2011), a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) surge como alternativa para se elaborar currículos e se adotar práticas inovadoras na educação em engenharia. PBL é uma estratégia de ensino e aprendizagem do século XXI, que passa a exigir muito mais empenho dos alunos e dos professores.

A metodologia exige que o professor reflita sobre a atividade docente e mude a sua postura tradicional de especialista em conteúdo para treinador de aprendizagem, e que os

estudantes, assumam maior responsabilidade por sua própria aprendizagem, com a compreensão de que o conhecimento obtido com o seu esforço pessoal será mais duradouro do que aquele obtido apenas por informações de terceiros.

As principais características dessa metodologia são:

- O aluno é o centro do processo;
- Desenvolve-se em grupos tutoriais;
- Caracteriza-se por ser um processo ativo, cooperativo, integrado e interdisciplinar e orientado para a aprendizagem do aluno.

A proposta metodologia PBL vêm apresentando conhecimentos sobre a gênese do processo cognitivo, da aprendizagem, ressaltando-se a importância da experiência prévia e da participação ativa como pontos fundamentais para a motivação e aquisição de conhecimentos e objetiva. A proposta vem para transferir as características a seguir.

- Conscientizar o aluno do que ele sabe e do que precisa aprender e o motivar a buscar informações relevantes;
- Estimular no aluno a capacidade de aprender a aprender, de trabalhar em equipe, de ouvir outras opiniões (mesmo que contrárias às suas), induzindo-o a assumir um papel ativo e responsável pelo seu aprendizado;
- Uma mudança radical no papel do professor que deixa de ser o transmissor do saber e passa a ser um estimulador e parceiro do estudante na descoberta do conhecimento. O professor orienta a discussão de modo a abordar os objetivos previamente definidos a serem alcançados naquele problema e estimula o aprofundamento da discussão, facilita a dinâmica do grupo e avalia o aluno do ponto de vista cognitivo e comportamental.

Partindo desse conhecimento, os alunos devem agir:

- Participar ativamente da discussão contribuindo com seu conhecimento e experiências prévias na primeira reunião e nas seguintes, com os novos conhecimentos adquiridos, justificando-os com as referências bibliográficas estudadas;
- Ajudar o grupo a solucionar os problemas que possam atrapalhar o desenvolvimento do projeto.

Assim, para o êxito da Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), é fundamental a gestão da aprendizagem, que possa simplificar a administração de programas educacionais, possibilitando a disponibilização e a análise do conteúdo, bem como a geração de relatórios que facilitem a condução e aperfeiçoamento do ensino.

CAPÍTULO III

METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE ÁLGEBRA LINEAR: UM ESTADO DA ARTE

3.1. Procedimentos de Coleta

Esta pesquisa é de abordagem bibliográfica com delineamento do estado da arte, já que a busca se concentrou no levantamento dos trabalhos que abordam o uso de metodologias ativas no ensino de Álgebra Linear. Referindo-se aos pesquisadores que adotam esta metodologia de pesquisa, Ferreira (2002), afirma que:

Sustentados e movidos pelo desafio de conhecer o já construído e produzido para depois buscar o que ainda não foi feito, de dedicar cada vez mais atenção a um número considerável de pesquisas realizadas de difícil acesso, de dar conta de determinado saber que se avoluma cada vez mais rapidamente e de divulgá-lo para a sociedade, todos esses pesquisadores trazem em comum a opção metodológica, por se constituírem pesquisas de levantamento e de avaliação do conhecimento sobre determinado tema (p. 259).

O objetivo desta revisão de literatura foi buscar evidências do uso das metodologias ativas no processo ensino-aprendizagem da Álgebra Linear. Nossa busca teve início com a definição dos termos “Álgebra Linear”, “Espaços Vetoriais”, “Transformações Lineares” e “Estado da Arte” como palavras-chave.

A busca foi feita nos repositórios dos Programas de Pós-Graduação em Educação Matemática (ou denominação equivalente), no Google Acadêmico e em periódicos nacionais. Após a leitura preliminar dos resumos, eliminávamos alguns trabalhos mantendo, a princípio, os que mais se aproximavam do nosso objeto de investigação, qual seja o uso de metodologias ativas no ensino de Álgebra Linear.

Selecionamos trabalhos dos repositórios da PUC/SP, PUC/RS, UNB, UTFPR, UNICAMP, UFG, UFC, UFPE e das revistas REVEMAT, RBECT, SBEMRS. Para os trabalhos que se enquadraram no escopo da nossa busca, descrevemos seu(s) objetivo(s) e a forma como as metodologias ativas figuravam no referido trabalho.

3.2. Trabalhos encontrados

Karrer e Santos (2018) numa pesquisa de caráter qualitativo e fazendo uso metodologia de *Design Experiment* de Cobb et al., apresentam uma nova abordagem de ensino relativa às transformações lineares planas e as implicações de sua aplicação em uma dupla de estudantes. Procurou-se, fundamentado na teoria dos registros de representações semióticas de Duval e na utilização de recursos computacionais segundo as indicações de Drijvers, Baki, Noss e Hoyles e Borba e Penteadó, elaborar e aplicar uma abordagem de ensino sobre as transformações lineares geométricas, focando os conceitos de composição, núcleo e imagem e integrando o *software GeoGebra* para explorar as relações entre os registros gráfico, algébrico, figural e da língua natural, de modo a permitir explorações diferenciadas das obtidas em ambientes do tipo papel&lápis.

Andrade (2010) propôs analisar os requisitos necessários ao desenvolvimento de softwares educativos que amparem a aprendizagem à distância de objetos de dependência linear, pertencentes à Álgebra Linear. Amparado pela Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) e pela Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador (CSCL) e alicerçado pela Engenharia de Softwares Educativos, o autor elaborou um estudo seccionado em quatro etapas: levantamento das dificuldades de aprendizagem dos objetos no referido contexto, especificação dos requisitos, desenvolvimento do protótipo e sua validação.

Em referência à investigação das dificuldades de aprendizagem dos referidos objetos por alunos advindos do ensino não presencial, o autor identificou a necessidade de implementar requisitos associados à geometria dinâmica, à conversão entre registros de naturezas distintas, e a conversão simultânea entre tais registros, em respeito aos aspectos relacionados à especificidade do objeto. Tais atividades foram realizadas em duas sessões, desenvolvidas em perspectivas de cooperação e colaboração, o que nos permite caracterizar a metodologia usada como ativa, e que permitiram o desenvolvimento da noção informal dos objetos de dependência linear, apesar das dificuldades de interação entre os pares evidenciadas, sobretudo, a partir dos entraves à argumentação necessária à negociação.

Segundo o autor foi possível compreender que, apesar de os requisitos apreendidos serem importantes, não são suficientes, sendo fundamental levar em conta às dificuldades de conversão entre os registros semióticos oferecidos e à língua materna.

França (2007) considera relevante estudar questões relativas à aprendizagem de conceitos de Álgebra Linear no ensino superior. Sua pesquisa envolveu o design de atividades

sobre os conceitos de coordenadas de vetores, dependência linear, base e transformação linear no plano, articulando diferentes registros em um ambiente de Geometria Dinâmica. O autor buscou investigar em que medida um tratamento geométrico e a articulação entre registros de representação (algébrico, gráfico e geométrico), auxiliados pelo ambiente Cabri-Géomètre, influenciam nas concepções de estudantes que já cursaram a disciplina de Álgebra Linear. As bases teóricas deste estudo são os Registros de Representação Semiótica de Duval (1995, 2000, 2005) e a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1990, 1997, 1998).

Com base na metodologia de experimento de ensino (Steffe & Thompson, 2000), foram concebidas atividades de exploração de diferentes representações para os conceitos já mencionados. Participaram do experimento 18 alunos de uma turma de terceiro ano de Licenciatura em Matemática de uma universidade particular da cidade de São Paulo. Apesar de os estudantes tentarem reproduzir um registro simbólico-algébrico, não demonstraram domínio de sentido, o que não estava previsto no design das atividades.

Com base nos resultados, o pesquisador identificou evoluções dos sujeitos na compreensão dos conceitos, bem como um domínio mais amplo das representações gráficas, algébrica e geométrica, realizando conversões em ambos os sentidos, servindo para fazer com que os mesmos fossem confrontados com falsos invariantes os quais eles possuíam e obrigando-os a questioná-los e explicitar noções.

O ambiente de Geometria Dinâmica proporcionou efeitos positivos nas estratégias de resolução dos estudantes, fornecendo meios de validação experimental de teoremas-em-ação e levando-os a explicitar e rediscutir as noções envolvidas, a partir dos diferentes aspectos evocados nas representações e caracterizando esta metodologia como ativa.

Silva (2015) apresentou o estudo da aprendizagem das transformações lineares por licenciandos em Matemática e foi realizada tendo como sujeitos oito alunos de uma turma do segundo ano do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual do Pará. O referencial teórico da investigação repousa sobre a teoria das situações didáticas, utilizada com o intuito de produzir uma sequência didática com o propósito de investigar de que forma estudantes de Licenciatura em Matemática resolvem problemas conceituais em relação ao tema transformações lineares no âmbito de situações didáticas e com o uso de tecnologias digitais.

A partir da utilização de tecnologias, inserindo a metodologia ativa, compreendendo as tecnologias digitais como recursos importantes nos modelos de aprendizagem ativa, pois facilitam o acesso online e via celular dos conteúdos. Para completar, proporcionam

personalização no percurso de aprendizagem. É possível registrar, acompanhar e avaliar o processo de cada aluno ou de grupos no espaço digital.

As atividades empregadas tiveram por base uma situação didática arquitetada para dar aos sujeitos condições de desenvolverem, com autonomia, suas próprias estratégias, contando, para este fim, com o uso do programa computacional GeoGebra 5 como elemento mediador. Os resultados da pesquisa apontaram, dentre outras coisas, que o desenvolvimento de atividades baseadas nos pressupostos teóricos apresentados, por meio de uma sequência didática adequadamente planejada e com mediação por tecnologias digitais, pode auxiliar os estudantes a desenvolver autonomia na aprendizagem, pressuposto básico das metodologias ativas, e ganhos cognitivos consideráveis, ainda que permaneçam dificuldades relacionadas à construção conceitual.

Para Cardoso (2014) buscou-se investigar em que medida os vídeos digitais e a metodologia de ensino podem contribuir para a conceitualização em Álgebra Linear. Para isso, foi ministrado dois cursos, com 68 horas de duração cada um, em dois cenários: o primeiro com uma turma presencial e a gravação de pequenas partes das aulas e o segundo utilizando a metodologia das aulas reversas.

Como proposta a metodologia de aulas reversas, propõe mais engajado com o próprio ensino, colaborativo e criativo, e capaz de fazer correlações e resolver problemas. Familiarizado com o acesso fácil e instantâneo à informação, preza habilidades como a comunicação, a ética, o empreendedorismo, o respeito à diversidade e a liderança. Saber trabalhar em grupo, é inquieto, questionador e consegue pensar com autonomia. Exatamente o que demanda o mercado de trabalho nos dias de hoje.

O referencial teórico foram as Teorias: dos Campos Conceituais, dos Registros de Representação Semiótica e Cognitiva da Aprendizagem Multimídia. Por meio deste estudo, se identificou e analisou teoremas em ação que emergem durante a resolução de situações-problemas. A abordagem utilizada na investigação foi a pesquisa qualitativa, seguindo a abordagem de Campbell e Stanley (1979). Entre os resultados encontrados, se destaca a forma como os estudantes utilizam os vídeos digitais para estudar Álgebra Linear, estando diretamente relacionada com a metodologia de ensino adotada pelo professor.

Em particular, observou-se que o uso de vídeos, associado às aulas reversas, contribui para a aproximação entre estudantes e professor durante as aulas, o que facilita a mediação docente durante o processo de conceitualização nessa disciplina.

Partindo da proposta de Karrer (2006) o estudo trata de questões relativas ao ensino e à aprendizagem de conceitos da Álgebra Linear no ensino superior. Mais precisamente, esta pesquisa envolveu o design de atividades sobre o objeto matemático transformação linear, explorando a conversão de registros em um ambiente de geometria dinâmica. Com isso buscou-se investigar as trajetórias de aprendizagem de estudantes universitários e o impacto dessas escolhas na abordagem de ensino.

O trabalho foi organizado em duas fases. Na primeira, realizaram-se estudos preliminares e desenvolvimentos teóricos para a formulação de hipóteses de trabalho e identificação de ferramentas conceituais para a análise das trajetórias. Com base na teoria dos registros de representação semiótica de Duval (1995, 2000, 2003), analisou-se a exploração dos registros e conversões presentes no conteúdo das transformações, tanto nos livros didáticos de Álgebra Linear quanto nos de Computação Gráfica. Ainda, aplicou-se um questionário sobre transformações lineares a oitenta e seis (86) estudantes da área de Computação.

Estes estudos apontaram deficiências e dificuldades com relação à exploração de diferentes registros por parte dos estudantes, principalmente os registros matricial e gráfico. Na segunda fase, com base na metodologia de Design Experiments (COBB *et al.*, 2003), foram concebidas atividades de exploração das diversas representações de transformações lineares planas, nos ambientes Cabri-Géomètre e papel&lápis. Seis (6) estudantes do curso de Engenharia da Computação de uma instituição particular de ensino superior da cidade de São Paulo participaram do experimento.

Os resultados revelaram evoluções dos sujeitos na compreensão das condições de determinação de transformações lineares e de particularidades gráficas inerentes a estas, além de um domínio mais amplo das diversas representações e de suas conversões. Por fim, foram observados efeitos específicos nas estratégias dos estudantes relacionados às características das tarefas e do ambiente computacional.

Embora seja pacífico o entendimento de que a disciplina de Álgebra Linear desempenha papel decisivo na formação básica de um engenheiro, Ferreira (2016) relata que o estudo é marcado por altas taxas de reprovação e abandono. Identificar as principais dificuldades vivenciadas pelos discentes dessa disciplina e indicar possíveis soluções pedagógicas para o ensino da Álgebra Linear têm atraído a atenção de pesquisadores.

O cerne do presente trabalho é uma proposta metodológica desenvolvida com o intuito de assistir o processo de ensino e aprendizagem de Álgebra Linear no currículo de

engenharia. A metodologia de ensino Peer Instruction combinada com a estratégia Seminário e apoiada pela metodologia Engenharia Didática, fornece um instrumento pedagógico robusto que provou: contribuir efetivamente para a compreensão de conceitos abstratos, incentivar a investigação e criatividade de resolução de problemas e induzir a exploração de aplicações práticas dos conceitos estudados.

Os alunos apresentaram assimilação favorável ao ser aplicado Peer Instruction, eles demonstraram interesse e responsabilidade na execução das propostas (leitura prévia e participação nas aulas), que permitiram a verificação imediata do aprendizado e a utilização de conceitos. Os alunos que erram as questões, imediatamente perguntam o porquê de terem errado e buscam as explicações com os colegas ou, se necessário, com o professor.

Esse pacote metodológico foi implementado durante o semestre 2014. Na disciplina de Álgebra Linear no curso de graduação de Engenharia Química da Universidade Federal do Ceará, Brasil. Para o desenvolvimento da proposta foram reelaborados: materiais para estudo, atividades de leitura, questões conceituais, quizzes, e um teste diagnóstico, revertendo-se em um produto educacional relevante, que enriquece o acervo existente sobre o tema.

Como ferramenta métrica de eficiência da metodologia elaborada sob a percepção do aluno, foi utilizado o questionário Students' Evaluation of Educational Quality (SEEQ), respondido pelo corpo discente ao final das aulas ministradas. A fim de atestar a eficiência da metodologia sugerida e sua contribuição para o ensino e aprendizagem do aluno, foram analisados o desempenho acadêmico e a percepção dos discentes sobre a estratégia. Além disso, para investigar se essa abordagem pedagógica originada leva a melhores resultados de aprendizagem do que a metodologia tradicional, foi realizada uma comparação entre grupos controle e experimental.

Os resultados alcançados demonstram de forma irrefutável que a proposta de ensino, objeto deste trabalho, favorece a compreensão dos conceitos abstratos dos alunos e da relação entre teoria e prática e ainda promove uma melhor interação entre aluno-professor e aluno-aluno. Em suma, o pacote metodológico constitui uma abordagem de ensino valiosa que produz um corpo discente mais reflexivo, motivado e crítico em um ambiente de aprendizagem significativo e colaborativo, com impacto direto na conservação do aluno em sala de aula e no seu rendimento acadêmico final.

A análise de Kripka retrata a identificação e a análise de influências através do uso de recursos tecnológicos no ensino e na aprendizagem significativa de Álgebra Linear, avaliadas no contexto presencial. A pergunta considerada como diretriz da pesquisa foi:

“Considerando as perspectivas da Aprendizagem Significativa e dos Registros de Representação Semiótica, de que modo a docente e os discentes percebem a utilização de recursos tecnológicos digitais, em sala de aula, relativos aos processos de ensino e de aprendizagem, ocorridos na disciplina de Álgebra Linear?”.

A pesquisa é um estudo de caso múltiplo holístico, caracterizada como naturalística-construtiva, com abordagens qualitativa e quantitativa. Participaram da pesquisa 61 estudantes, de três turmas regulares da disciplina de Álgebra Linear do curso de Engenharia Civil, de uma Instituição de Ensino Superior (IES) comunitária, do Rio Grande do Sul (RS/BR).

O trabalho tinha como escopo identificar e analisar potencialidades e fragilidades percebidas pelos participantes e pela docente – envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem de Álgebra Linear – relativas à utilização de recursos tecnológicos digitais, propostos em tarefas elaboradas e desenvolvidas em sala de aula.

Em todas as turmas, foi aplicado o mesmo sequenciamento didático. Em duas turmas, foram realizadas tarefas potencialmente significativas, explorando o uso continuado de múltiplos recursos tecnológicos digitais, tais como geotecnologias e aplicativos GeoGebra, MATLAB e Planilha Excel. Na terceira turma, explorou-se o uso de recursos tecnológicos digitais em apenas uma tarefa. A constituição de dados foi realizada por meio de observações, questionários, produções dos participantes da pesquisa e diário de bordo da professora.

Na análise de dados, foram considerados métodos mistos. No tratamento dos dados qualitativos, foram utilizadas técnicas da análise de conteúdo, e, para análise quantitativa, se fez uso de análises descritivas e do teste, para amostras independentes. Concluiu-se que, apesar de não haver diferença estatística significativa entre as notas médias dos grupos analisados, as percepções sobre o uso continuado de recursos tecnológicos, na proposta didática elaborada, indicaram que: houve aumentos nas frequências de identificação de compreensão de conceitos e de aprendizagens significativas ocorridas na disciplina.

O uso das tecnologias digitais favoreceu os processos de ensino e de aprendizagem em Álgebra Linear, facilitando a mediação pedagógica, a compreensão e a construção de conceitos matemáticos; e o uso continuado das tecnologias é mais favorável do que o uso pontual, tendo em vista que a familiarização com uso de recursos tecnológicos, com a finalidade de construção do conhecimento, é necessária e precisa de um tempo maior para sua adequação.

Falando de Metodologias Ativas, Machado (2018) propõe analisar o papel da pesquisa na formação de professores de Matemática possibilitado pelas Metodologias Ativas, a partir da perspectiva dos professores, bem como responder ao problema de pesquisa: Como a pesquisa é abordada na formação de professores de Matemática por meio das Metodologias Ativas em uma Instituição de Ensino Superior – IES do Rio grande do Sul – RS.

Os participantes da pesquisa foram seis professores do curso de Licenciatura em Matemática, oferecido pela Faculdade Inedi, Complexo de Ensino Superior de Cachoeirinha – CESUCA. Para a coleta de dados foram utilizados três instrumentos: diário de campo para o registro das observações em sala de aula; entrevista semiestruturada com os professores do curso; consulta a documentos oficiais. Os dados coletados foram analisados qualitativamente por meio da Análise Textual Discursiva – ATD por meio da qual emergiram categorias iniciais e intermediárias que foram reagrupadas em três categorias finais denominadas: os processos de ensino e aprendizagem baseados nas Metodologias Ativas; a Metodologia Ativa da Sala de Aula Invertida; o papel da pesquisa na perspectiva das Metodologias Ativas.

Os alunos realizaram todo o processo de consumo de conteúdos dentro da sala de aula, em seguida, começaram a fazê-lo dentro de suas casas ou em qualquer outro lugar que tenha acesso à Internet por intermédio do ensino online. E só posteriormente executam esse conhecimento na sala de aula.

Os resultados da análise permitiram compreender como a Metodologia Ativa da Sala de Aula Invertida a partir da pesquisa na formação de professores, na perspectiva dos docentes de Matemática do curso de Licenciatura em Matemática.

Dentre as conclusões, aponta-se que o curso tem um viés para a pesquisa em pressupostos do Educar pela Pesquisa (DEMO, 2015), que contribuem para desenvolver a pesquisa em sala de aula. Foi possível observar que a Metodologia Ativa empregada e o Educar pela Pesquisa convergem ao reconhecer o estudante como sujeito ativo de sua aprendizagem. Destaca-se que ambas têm o intuito de formar sujeitos sociais desenvolvendo suas competências éticas, políticas e técnicas, a fim de aprimorar a compreensão e o uso do conhecimento, do raciocínio crítico, integrando à responsabilidade para assuntos da vida em sociedade.

Conclui-se que o objetivo do curso é formar professores de Matemática pesquisadores, autoconfiantes, em um modelo de ensino considerado inovador, devido à inversão da sala de aula possibilitado pelo uso das tecnologias que colaboram para a

integração de espaço e tempo, entre as quais destacam-se: computadores; smartphones; tablets; ambientes virtuais, dentre outros.

Muitos professores de matemática, da educação básica até o nível superior, estão preocupados em procurar métodos alternativos de ensino, mas abandonar a aula expositiva parece ser uma tarefa muito complicada, pois nem sempre é fácil romper com a lei da inércia, que nos impulsiona a continuar atuando da mesma forma, repetindo modelos pedagógicos centenários.

Com o objetivo de contribuir com essa discussão no âmbito da atuação do professor de matemática, Paiva (2016) apresenta uma breve descrição sobre algumas metodologias de aprendizagem ativas e colaborativas que estão sendo utilizadas em Universidades e escolas do Brasil e de outros países.

Um enfoque maior é dado ao Peer Instruction ou aprendizagem pelos colegas (ApC). Inclui-se também um relato de observação de uma aula de matemática realizada com a técnica ApC em uma escola de ensino médio da rede pública do Distrito Federal.

Apresentando estudos de Álgebra Linear, Ramos (2013) dispõe em sua dissertação as transformações lineares, autovalores e autovetores com o intuito de resolver um sistema de equações diferenciais ordinárias lineares com coeficientes constantes.

Desenvolver estratégia de ensino da transformação linear, vem sendo estudado e compreendido como método facilitador de aprendizagem, em seu artigo Karrer, Jahn apresentam estudo sobre o objeto de ensino transformação linear, realizado sob o ponto de vista da teoria dos registros de representação semiótica de Duval (2000). A matemática, a aquisição de um objeto passa necessariamente pela aquisição de uma ou mais representações semióticas desse objeto, propondo investigar as características semióticas - representação, tratamento e conversão - relativas a esse conteúdo matemático, tal qual ele se apresenta nos livros didáticos.

Para tanto, foi selecionado três obras didáticas de Álgebra linear, frequentemente presentes nas referências bibliográficas de cursos da área de ciências exatas, de universidades renomadas do país, a fim de verificar quais são os registros utilizados na abordagem das transformações lineares e que tipo de exploração é realizada na passagem de um registro a outro.

A partir das obras, as análises revelam que os livros didáticos apresentam particularidades na forma de explorar os possíveis registros e apontam a existência de

deficiências, principalmente no que se refere à utilização do registro gráfico e às conversões entre esse e os demais registros.

As tecnologias inseridas na sala de aula, segundo estudos de Kripka *et al*, apresentam resultados de uma investigação qualitativa sobre influências do uso tecnologias interativas em sala de aula, referente à aprendizagem significativa de conceitos de Álgebra Linear.

Para tanto se propôs o desenvolvimento e análise de dados sobre uma atividade de ensino que visou a aprendizagem significativa de sistemas lineares, propiciada pela resolução de um problema contextualizado. A coleta de dados se deu por meio de observações ocorridas durante a aula, bem como por materiais escritos produzidos pelos estudantes.

A análise dos dados indica que a atividade, realizada de forma colaborativa, em grupos, possibilitou por meio das reflexões e discussões, (re)significar conceitos sobre resolução algébrica e sistemas de equações lineares. Ao perceberem seus usos na resolução de um problema comum em suas áreas de atuações profissionais, conseguiram relacionar conceitos das disciplinas de Estática e de Álgebra Linear.

Ao interagirem com o ambiente do *software* GeoGebra perceberam a utilidade da resolução algébrica realizada, pois essa possibilitou a construção de um simulador virtual de esforços que, de acordo com variações na geometria da estrutura, fornecia automaticamente os valores das forças nos seus componentes.

Logo, compreenderam que são processos algébricos que possibilitam sistematizar métodos teóricos, os quais são executados por *softwares*, construídos com o objetivo de facilitar e agilizar os processos de cálculos estruturais.

Ao trabalhar o método Peer Instruction entendeu-se que consiste em tirar o foco da transferência de informações e promover a busca por conhecimento de forma autônoma. Apoiado em leituras pré-aula relacionadas ao tema proposto, faz a mediação do debate entre os alunos, propondo questões conceituais baseadas nas dificuldades da turma – o que torna as aulas direcionadas e efetivas.

Assim, entendeu-se que a atividade propiciou evoluções cognitivas na compreensão dos conceitos envolvendo resoluções algébricas e de sistemas lineares, que decorreram da necessidade de resolução algébrica e virtual de um problema proposto na área de Engenharia Civil. Também foi possível identificar que a mediação da aprendizagem por meio de recursos tecnológicos do GeoGebra contribuiu com a (re)significação e com a aprendizagem significativa dos conceitos tratados.

Para descaracterizar o tradicionalismo em sala de aula, Lovat *et al*, em seu artigo, entendeu que os métodos tradicionais de ensino visualizaram o professor como uma figura de poder sobre o aluno. Mas mudanças de percepção no processo de ensino-aprendizagem têm ocorrido com a introdução das chamadas 'metodologias ativas de aprendizagem'.

Essas são metodologias em que o aluno se torna o protagonista central. Suas aplicações permitem o desenvolvimento de novas competências, como a iniciativa, a criatividade, a criticidade reflexiva, a capacidade de auto avaliação e a cooperação para se trabalhar em equipe.

O professor atua como orientador, supervisor e facilitador do processo. O artigo objetivou apresentar uma breve introdução ao histórico, fundamentos e classificações das metodologias ativas de aprendizagem.

Na aprendizagem de conceitos de Álgebra Linear os alunos do ensino superior tendem a manifestar dificuldades devido à sua natureza abstrata, o que podem ser minimizadas caso se explore a conexão entre as diferentes representações de um mesmo conceito. Moro *et al*, recorre a um ensino que explorou as representações algébrica e geométrica de conceitos de Álgebra Linear, procurando averiguar como os alunos compreendem as transformações entre as diferentes representações, algébrica e geométrica, dos conceitos de coordenadas e mudança de base na resolução de uma tarefa após esse ensino.

Adotou-se uma abordagem qualitativa e interpretativa na procura de compreender como os alunos operacionalizam os conceitos de coordenadas e de mudança de base nessas representações.

A análise das respostas dos alunos à tarefa proposta aponta para um melhor desempenho da transição da representação algébrica para a geométrica do que nas transformações realizadas dentro da própria representação algébrica.

As maiores dificuldades relacionam-se com a interpretação equivocada dos conceitos envolvidos, a linguagem simbólica e com o uso inadequado de conceitos e procedimentos advindos da Geometria Analítica ou já abordados na própria Álgebra Linear.

A pesquisa apresentada por Machado e Bianchini teve como objetivo investigar as concepções de transformação linear entre espaços vetoriais reais de estudantes de licenciatura em matemática em EAD.

A análise das concepções foi realizada sob a ótica da teoria APOS desenvolvida por Asila *et al*. (2004). Concluímos que o curso realizado pelos sujeitos lhes possibilitou apenas iniciar o caminho da construção da concepção ação. Tal resultado não almeja desencorajar a

inclusão de Álgebra Linear em cursos em EAD, ao contrário, pela importância do assunto na formação do professor, pretendemos lançar um desafio aos responsáveis pela implantação de AL nessa modalidade de curso, que é o de criar estratégias de aprendizagem que incorporadas às vantagens de um curso em EAD tenham condições de desenvolver concepções próprias para os principais objetos de Álgebra Linear.

A estratégia de ensino utilizada foi inspirada na metodologia *Peer Instruction*, a qual baseia-se na construção de questões conceituais com o objetivo de concentrar a atenção do estudante nos conceitos fundamentais, visando o desenvolvimento de seu raciocínio, assim como, incentivar sua participação e colaboração na sala de aula.

Essa estratégia foi implementada junto a turma e como os alunos responderam a ela. Os resultados revelaram que os alunos participaram ativamente da aula promovendo amplos debates com seus pares e mostraram-se mais empenhados no aprendizado do conteúdo.

Neste trabalho (TEIXEIRA; FONTENELE, 2016) apresenta relatos de uma experiência didática vivenciada na disciplina Álgebra Linear, em que se abordou, especificamente, o conteúdo de matrizes.

Em análise a proposta desenvolvida a metodologia *Peer Instruction* tornou as aulas mais interativas, distanciando-se assim do ensino tradicional, no qual os alunos, em geral, assumem uma postura passiva em sala de aula. Com a aplicação deste método faz-se com que os alunos interajam entre si ao longo das aulas, procurando explicar, uns aos outros, os conceitos estudados, elaborar hipótese e aplicar os conteúdos na solução das questões conceituais apresentadas.

Para Evangelista (2018), o desafio de ensinar torna-se cada dia mais decisivo, exigindo cada vez mais práticas pedagógicas que facilitem o aprendizado dos alunos, despertando a atenção e a importância dos mesmos aos conteúdos abordados em sala de aula. Os mapas conceituais são ferramentas que propiciam representações gráficas para facilitar o ensino, despertando ao aluno o estímulo adequado, pois mapeia e ordena o conteúdo.

O objetivo desse trabalho foi elaborar Mapas Conceituais na disciplina de Álgebra Linear para os cursos de engenharias da Universidade de Brasília. A aplicação dessa metodologia promoveu uma redução significativa no índice de reprovação de estudantes na disciplina. Assim, foram apresentados neste artigo, as estratégias adotadas, os resultados obtidos e as considerações do uso dessa teoria no ensino de Álgebra Linear para engenheiros.

Partindo da prática, é importante ressaltar que os recursos esquemáticos dos mapas conceituais servem para tornar claro aos professores e alunos as relações entre conceitos de

um conteúdo aos quais deve ser dada maior ênfase, por essa razão, eles são considerados como uma importante ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem.

O trabalho apresenta uma proposta de metodologia para o ensino de Espaço Vetorial. Essa proposta é fundamentada na Teoria das Situações Didáticas de Brousseau e na Teoria dos Registros de Representações de Duval, como detalha Figueroa; Almouloud, onde as sequências didáticas foram planejadas de forma a criar condições para o aluno ter uma atitude autônoma durante todo o processo de construção do conceito de Espaço Vetorial.

Desenvolvendo a metodologia de ensino de Espaço Vetorial compreende-se como uma proposta fundamentada, consiste em criar condições para o aluno aprender o conceito de Espaço Vetorial a partir de situações didáticas que exijam do aluno uma atitude ativa diante das discussões propostas pelo professor em cada situação didática. Sendo assim, as sequências didáticas foram desenvolvidas de tal maneira que o aluno construa a partir de cada situação proposta o conceito de Espaço Vetorial, procurando desmitificar algo que é considerado extremamente abstrato, em algo próximo da linguagem e do entendimento do aluno.

O objetivo fundamental deste trabalho é mostrar que as interações do aluno com situações didáticas apropriadas e um certo milieu são essenciais para o aluno construir o conceito de forma significativa, sendo capaz de um elevado nível de abstração. O objetivo foi atingido, o que se pode comprovar através dos resultados obtidos.

E para definir as Metodologias Ativas e de que forma elas se constituem num processo de ensino aprendizagem Bispo, *et al* [...] apresenta a característica principal, que é tornar o aluno responsável por sua autonomia educacional.

Tais metodologias primam pela participação ativa de todos os atores, focados na realidade em que estão inseridos, estimulando os a reconhecer, compreender e intervir na construção de seu conhecimento com base no senso comum e nas atividades educacionais as quais estão envolvidos no seu dia a dia acadêmico.

Este relato de experiência aborda a aplicação de metodologias ativas nas graduações de engenharias de um centro universitário. Uma discussão envolvendo rendimento acadêmico é realizada, indicando os benefícios do uso das metodologias durante a graduação. Com base nestes requisitos será possível construir uma estrutura pedagógica mais sólida na qual envolve todos os atores no que tange a capacidade na melhora do aprendizado e manutenção do conhecimento após a formação do graduando.

Sobre o uso de tecnologias interativas em sala de aula Kripka, apresenta resultados de uma investigação qualitativa sobre influências do referente à aprendizagem significativa de

conceitos de Álgebra Linear. Para tanto se propôs o desenvolvimento e análise de dados sobre uma atividade de ensino que visou a aprendizagem significativa de sistemas lineares, propiciada pela resolução de um problema contextualizado.

A coleta de dados se deu por meio de observações ocorridas durante a aula, bem como por materiais escritos produzidos pelos estudantes. A análise dos dados indica que a atividade, realizada de forma colaborativa, em grupos, possibilitou por meio das reflexões e discussões, ressignificar conceitos sobre resolução algébrica e sistemas de equações lineares.

Ao perceberem seus usos na resolução de um problema comum em suas áreas de atuações profissionais, conseguiram relacionar conceitos das disciplinas de Estática e de Álgebra Linear. Além disso, ao interagirem com o ambiente do *software* GeoGebra perceberam a utilidade da resolução algébrica realizada, pois essa possibilitou a construção de um simulador virtual de esforços que, de acordo com variações na geometria da estrutura, fornecia automaticamente os valores das forças nos seus componentes.

Assim, compreenderam que são processos algébricos que possibilitam sistematizar métodos teóricos, os quais são executados por *softwares*, construídos com o objetivo de facilitar e agilizar os processos de cálculos estruturais. Conclui-se que a atividade propiciou evoluções cognitivas na compreensão dos conceitos envolvendo resoluções algébricas e de sistemas lineares, que decorreram da necessidade de resolução algébrica e virtual de um problema proposto na área de Engenharia Civil.

Foi possível identificar que a mediação da aprendizagem por meio de recursos tecnológicos do GeoGebra contribuiu com a ressignificação e com a aprendizagem significativa dos conceitos tratados.

A compreensão da aplicação das Metodologia Ativas contribuiu para transformar as práticas docentes, de forma que estes construam possibilidades de atuação. Partindo do estudo, identificou-se em que disciplinas ou conteúdos foram aplicadas as metodologias ativas de aprendizagem. Com isso, sugere-se que haja a continuidade na aplicação das Metodologias Ativas como prática inovadora, nesse contexto, vistas ao fortalecimento de concepção de educação problematizadora e significativa para maior domínio dos métodos, de forma que se possa avançar na adoção destes e de outras estratégias no ambiente acadêmico, nas disciplinas e nos projetos pedagógicos.

Nesse contexto, valoriza-se as realidades que estão intimamente ligadas às concepções pedagógicas que estimulam a aprender a aprender, o que pode ser adotado nas

práticas profissionais. Sendo assim, a discussão e a vivência dessas metodologias pode se tornar importante estratégia para a instrumentalização e a atuação por parte desses docentes.

A metodologia ativa trata-se de um modelo educacional no qual o estudante é o protagonista responsável pela sua trajetória educacional e o professor é um auxiliador e facilitador para as experiências relacionadas ao processo de aprendizagem, estimulando-o com problematizações acerca dos temas abordados nas aulas. O uso desse método já vem sendo empregado em programa de pós-graduação e alguns cursos de graduação de forma progressiva.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aliando à prática tradicional com o uso de metodologias ativas, através da pesquisa apresentada, pode-se perceber que a aprendizagem desenvolve-se de modo significativo ou de modo tradicional. Para ser significativa e colocar o aluno no processo de aprendizagem, o tema trabalhado deve relacionar-se com os conhecimentos prévios dos alunos e levá-los em consideração, exigindo deste uma atitude favorável capaz de atribuir significado próprio aos conteúdos que assimila, e do professor, uma tarefa mobilizadora para que tal aprendizagem ocorra.

Foi elaborado um quadro para a análise dos trabalhos selecionados, com as principais informações de cada um deles, buscando os cenários de uso das metodologias ativas de ensino-aprendizagem.

4.1 Quadro Comparativo – Metodologias Ativas

O professor que atua na Educação nos dias atuais deve, então, desenvolver práticas pedagógicas em que o aluno continue aprendendo, de forma autônoma e crítica. Dessa maneira, ele pode se tornar um sujeito ativo, e através da apropriação desses conhecimentos poderá aprimorar-se no mundo do trabalho e na prática social. O desenvolvimento de uma prática pedagógica que propicie a autonomia e criticidade aos estudantes tem a possibilidade de ser alcançada com o uso de metodologias ativas. As práticas pedagógicas realizadas nos espaços escolares precisam ser revistas para atender os anseios das legislações vigentes e do novo modelo de sociedade. Essas práticas pedagógicas precisam alcançar os estudantes para torná-los sujeitos da construção do conhecimento, além de torná-los cidadãos críticos e preocupados com a transformação social. E para construção deste trabalho foi pesquisado autores que na prática já evidenciam em seus trabalhos as metodologias ativas, como apresenta o Quadro Comparativo abaixo.

Quadro 2: Quadro Comparativo – Metodologias Ativas

Metodologia Ativa	Autor	Trabalho Científico	Ano
Aprendizagem baseadas em problemas	- BEIER, Alifer Andrei Veber <i>et al.</i> - MORO, Graciela, <i>et al.</i> - RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo	- Seminário Internacional de Educação, II. - Artigo Científico. - Artigo Científico – Pós Graduação.	- 2017 - 2015 - 2016
Ensino Híbrido	- CARDOSO, Valdinei Cezar. - PEREIRA, G. A.; GITIRANA, G. F.V. - MACHADO, S. D. A., BIANCHINI, B. L	- Tese de Doutorado. - Dissertação – Mestrado. - Artigo Científico	- 2014 - 2016 - 2016
Estudo de Caso	- FRANÇA, Michele Viana Debus de. - KARRER, Monica. - KRIPKA, Rosana Maria Luvezute.	- Dissertação – Mestrado. - Tese de Doutorado - Tese de Doutorado	- 2007 - 2006 - 2008
Peer Instruction	- MACHADO, Daiane Renata. - RAMOS, Marco Aurélio David. - TEIXEIRA, K. C. B. - TEIXEIRA, K. C. B., FONTENELE, C. F. - PAIVA, Thiago Yamashita.	- Dissertação – Mestrado. - Dissertação – Mestrado. - Tese de Doutorado - Artigo Científico - Dissertação – Mestrado.	- 2018 - 2016 - 2016 - 2016 - 2016
Sala de Aula Invertida	- SILVA, Eliza Souza da. - CELESTINO, Marcos Roberto;	- Tese de Doutorado - Dissertação – Mestrado.	- 2015 - 2000

Fonte: Elaborado pelo autor

CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta realizar um referencial teórico conceitual e prático das Metodologias Ativas no ensino da Álgebra Linear. Para tanto, foi feita a busca em periódicos disponibilizados nas Plataformas disponíveis na internet.

O trabalho aponta propostas de ensino que seguem a linha definição, teorema, propriedades, exemplos; propondo motivar os alunos para o estudo dos conteúdos falando um pouco das aplicações na resolução de problemas ou aplicações no conteúdo de outras disciplinas através de metodologias ativas. Há professores que nessa motivação inicial tentam resgatar os conhecimentos prévios.

Os questionamentos são relativos à importância e à aplicação dos conceitos e as conexões são estabelecidas quando trabalham com exemplos, primeiro em duas e três dimensões, para depois generalizar os resultados.

O nosso trabalho evidenciou resultados satisfatórios ao trabalhar as metodologias ativas no ensino da álgebra linear, demonstrando que esta pode ser uma alternativa ao ensino tradicional, pois possibilita o desenvolvimento do protagonismo e da autonomia dos estudantes em sala de aula.

Além do protagonismo do estudante, o professor também exerce um importante papel quando se propõe trabalhar com metodologias ativas em sala de aula. Ao docente não cabe mais somente a transmissão de conceitos e, sim, a organização de sequências de atividades que partam de situações problema e levem os alunos à resolução de problematizações, resolvidas geralmente em grupos.

Partindo deste cenário, ressalta-se a necessidade do desenvolvimento de aplicação das metodologias ativas ao ensino. Assim, compreendeu-se que a partir da aplicabilidade das aulas diferenciadas, o ensino da álgebra linear ganhou importantes discussões de aplicabilidade. Tais discussões se tornaram importantes, pois possibilitaram compreender as potencialidades das metodologias ativas de ensino, assim como, a transformação das práticas educacionais no ambiente escolar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CELESTINO, Marcos Roberto. Ensino-aprendizagem da álgebra linear: as pesquisas brasileiras na década de 90. 2000. 114 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11157>
- [2] CARDOSO, Valdinei Cezar. Ensino e aprendizagem de álgebra linear: uma discussão acerca de aulas tradicionais, reversas e de vídeos digitais. 2014. 210 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/254102>
- [3] FRANÇA, Michele Viana Debus de. Conceitos fundamentais de álgebra linear: uma abordagem integrando geometria dinâmica. 2007. 140 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11281>
- [4] MACHADO, Daiane Renata. Metodologias ativas: o papel da pesquisa na formação de professores de matemática. Dissertação Mestrado - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Cachoeirinha – RS, 2018. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/8112>
- [5] KARRER, Monica. Articulação entre Álgebra Linear e Geometria - Um Estudo sobre as Transformações Lineares na Perspectiva dos Registros de Representação Semiótica. 2006. 435 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11068>
- [6] KRIPKA, Rosana Maria Luvezute. Uso de tecnologias digitais no ensino e na aprendizagem de álgebra linear na perspectiva das teorias da aprendizagem significativa e dos registros de representação semiótica. Tese (doutorado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/8057>

- [7] PEREIRA, G. A.; GITIRANA, G. F.V. Vetores: interação à distância para a aprendizagem de álgebra linear. 2010. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/4038>
- [8] PAIVA, Thiago Yamashita. Aprendizagem ativa e colaborativa: uma proposta de uso de metodologias ativas no ensino da matemática. 2016. xii, 55 f., il. Dissertação (Mestrado em Matemática)-Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/21707>
- [9] BEIER, Alifer Andrei Veber *et al.* Metodologias ativas: um desafio para as áreas de ciências aplicadas e engenharias. In: Seminário Internacional de Educação, II, Cruz Alta / RS. 2017
- [10] MACHADO, S. D. A., BIANCHINI, B. L. A Álgebra Linear e a Concepção de Transformação Linear Construída por Estudantes de EAD. Artigo Científico. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p69>
- [11] MORO, Graciela, *et al.* As representações Algébrica e Geométrica na Aprendizagem de Mudança de Base. Artigo Científico. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2018v13n2p72/38006>
- [12] RAMOS, Marco Aurélio David. Transformações lineares, autovalores e autovetores. 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/3505>
- [13] RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia. 2005. 236 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos / SP, 2015.
- [14] SILVA, Eliza Souza da. Transformações lineares em um curso de Licenciatura em Matemática: uma estratégia didática com uso de tecnologias digitais. 2015. 197 f. Tese

(Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.
Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11034>

[15] TEIXEIRA, K. C. B. Álgebra linear nos cursos de engenharia: uma proposta metodológica de ensino e aprendizagem. 2016. 225 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Teleinformática)–Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/20727>

[16] TEIXEIRA, K. C. B., FONTENELE, C. F. Metodologia *Peer Instruction* no Ensino de Matrizes: um relato de experiência na disciplina de álgebra linear. Artigo Científico.
Disponível: http://www.sbemrs.org/revista/index.php/2011_1/article/view/234/177

[17] _____, JAHN, A. P. Transformações Lineares nos Livros Didáticos: uma análise em termos de registros de representação semiótica. Artigo Científico. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2016v11n2p190>

[18] _____, *et al.* Aprendizagem de Álgebra Linear: explorando recursos do geogebra no cálculo de esforços em estruturas. Artigo Científico. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/2304/2524>

[19] LOVATO, Fabricio Luís, *et al.* Metodologias Ativas de Aprendizagem: uma breve revisão. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v20iss2id3690>

[20] MAZUR, Eric. *Peer Instruction: A Revolução da Aprendizagem Ativa*, 2015.

[21] CAMARGO, Fausto; DAROS, Thuinie. *A sala de aula inovadora: estratégias para fomentar o aprendizado ativo*. Porto Alegre, 2018.

[22] BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. *Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem*. Rio de Janeiro, 2019.

[23] BLIKSTEIN, Paulo. O mito do mau aluno e porque o Brasil pode ser o líder mundial de uma revolução educacional. Disponível em:

<http://www.blikstein.com/paulo/documents/books/Blikstein>

[24] DEWEY, J. Experiência e educação. 2. ed. São Paulo: Nacional, 1976.

[25] FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 33ª ed. São Paulo: Paz e Terra; 2016.

[26] MEYERS, Chet; JONES, Thomas. Promoting active learning. San Francisco: Jossey Bass, 2013.

[27] MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. [S.l.]: UEPG, 2015.

[28] SILBERMAN, Mel. Active learning: 101 strategies do teach any subject. Massachusetts: Ed. Allyn and Bacon, 2016.

[29] BACIH, Lilian; MORAN, José. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre, 2018.