

A SALA DE AULA INVERTIDA: IMPLICAÇÕES DO ENSINO REMOTO EM AULAS DE MATEMÁTICA

Gustavo Bueno Silva ¹
Paulo César Oliveira ²

RESUMO

Discutir diferentes formas de ensinar vem tendo destaque nos últimos anos, principalmente no Ensino Médio, segmento escolar em fase de implementação das políticas educacionais vigentes. Para este relato de pesquisa, focamos no ensino da Progressão Aritmética e Progressão Geométrica para o uso da sala de aula invertida, com estudantes da 1ª série do Ensino Médio de um colégio particular, localizado na cidade de Sorocaba-SP. O planejamento inicial da fase empírica da pesquisa levou em conta a produção de videoaula com pequeno tempo de duração, discussão do conteúdo dessas gravações, aplicação e correção de tarefas escolares. Devido a pandemia de COVID-19, alterações significativas foram feitas nas tarefas a serem aplicadas no final do ano letivo de 2020, ocasionando alterações no planejamento de coleta e análise de dados. Apresentamos um olhar do professor-pesquisador sobre os pontos fortes e de melhoria em relação ao processo ensino-aprendizagem de matemática em um contexto de aulas remotas.

Palavras-chave: Ensino Médio, Sequências numéricas, Metodologia ativa.

INTRODUÇÃO

As metodologias ativas podem ser articuladas aos recursos tecnológicos que os alunos possuem, mas a principal característica é transferir o professor como centro da atenção em uma aula convencional para o aluno, que geralmente exerce um papel passivo, receptor de informações.

O aluno como centro da atenção, pode potencializar o processo de aprendizagem e, o professor por sua vez, passa a incentivar, ajudar, corrigir conceitos e propor formas de se trabalhar em grupo ou individualmente, para a socialização e partilha de saberes.

O colégio, no qual desenvolvemos a fase empírica da pesquisa, proporcionou para a sua equipe escolar, palestras, cursos do Instituto Singularidades, entre outras ações de formação continuada sobre o tema metodologias ativas em contexto de aulas presenciais.

¹ Mestre em Ensino de Ciências Exatas pela Universidade Federal de São Carlos- UFSCar/Sorocaba, autorprincipal@email.com;

² Professor Associado no Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, paulooliveira@ufscar.br.

Esse colégio da rede particular de educação básica vem alterando aos poucos o processo de avaliação dos estudantes desde 2019.

Até pouco tempo atrás, os instrumentos de avaliação eram formados por provas objetivas, discursivas, simulados e lições de casa. Com o advento desse modo de ensinar e aprender mútuo via metodologias ativas, vem ocorrendo algumas reestruturações, como valorizar debates, discussões, uso das mídias digitais, nas formas de *blog* e *podcast*.

Atualmente, com o efeito da pandemia do COVID-19 nos anos letivos de 2020 e 2021, implantaram-se *lives* na rede social Instagram. Paralelamente, temos discutido como avaliar qualitativamente por meio desses instrumentos mencionados e expressar uma mensuração em uma escala de notas de zero a dez, para os alunos.

Esse processo de reestruturação escolar instigou da parte deste professor-pesquisador um aprofundamento no estudo de temas correlacionados às metodologias ativas como os relatos de pesquisas envolvendo contextos escolares.

No exercício da docência já temos observado alguns benefícios mediante aplicabilidade da metodologia ativa, especificamente, a construção individual, grupal e orientada, segundo Bacich e Moran (2018).

A construção individual diz respeito ao aluno e sua responsabilidade quanto aos objetivos almejados, em parceria com o professor-pesquisador. A construção grupal envolve a capacidade do aluno em aprender a trabalhar as atividades escolares com seus pares, muitos dos quais com opiniões diferentes. A habilidade de demonstrar seus argumentos e ao mesmo tempo saber o outro, constitui ações da construção orientada, na qual o professor-pesquisador atua como mediador na sistematização de saberes.

Como ação do estudo em metodologia ativa, resolvemos implementar a sala de aula invertida que, segundo Bergmann e Sams (2016, p.11) “o que tradicionalmente é feito em sala de aula, agora é executado em casa, e o que tradicionalmente é feito como trabalho de casa, agora é realizado em sala de aula”.

Trata-se de uma modalidade de metodologia ativa que, atrelada a um planejamento adequado de aulas, pode potencializar a pré-disposição do aluno para aprender determinado conteúdo escolar.

A aplicabilidade da sala de aula invertida ocorreu no segundo semestre letivo de 2020, com base no conteúdo de Progressão Aritmética (PA) e Progressão Geométrica (PG) para a 1ª série do Ensino Médio. Em relação a PA, os estudantes já estudaram os conteúdos Função afim e Matemática financeira, o que permitiu estabelecer conexões entre PA e juros simples.

No caso de PG, um tema muito abordado no ano de 2020 foi a COVID-19, o qual foi possível contextualizar o crescimento do número de casos com uma função exponencial e a partir disso trabalhar conceitos como a razão de crescimento, bem como a rapidez no crescimento dos termos da sequência.

A análise deste processo ensino-aprendizagem também constituiu o nosso problema de pesquisa em nível de dissertação de mestrado, norteado pela seguinte indagação: “que implicações a sala de aula invertida produz para o processo ensino-aprendizagem?” (SILVA, 2021, p.14)

PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Na segunda semana de março de 2020, foi iniciada a quarentena na cidade de Sorocaba-SP, devida a pandemia do novo coronavírus. As escolas foram fechadas presencialmente e foi dado início ao ensino remoto. O colégio no qual foi desenvolvida a pesquisa, utilizou a plataforma Zoom como recurso digital para as aulas não-presenciais, sendo que o exercício da docência ocorreu fora do ambiente escolar, na maioria das vezes, no próprio lar.

Inicialmente essa adaptação foi gradual e envolveu toda a comunidade escolar; docentes, coordenadores e estudantes dos diversos segmentos escolares da educação básica. No caso do professor-pesquisador, houve problemas com internet instável no início deste processo de pandemia, justificada pela empresa de telefonia, como alta demanda, congestionando os servidores.

Em sua residência, o professor-pesquisador providenciou a compra de dois quadros brancos, um conjunto de canetas, apagador e tripé para não apenas usar o computador, mas transmitir aos alunos uma simulação de ambiente escolar no qual os estudantes estavam acostumados a interagir nas aulas de matemática.

Devido a essas mudanças, repensamos em como realizar a fase empírica da pesquisa, inclusive pelo atraso do parecer do Comitê de Ética em Pesquisa- CEP da UFSCar. A participação dos alunos da 1ª série do Ensino Médio em contexto de aulas remotas, foi baixa, geralmente em torno de 10 alunos por aula, de uma turma com 35 alunos.

Vale destacar que além de enfrentamos também a mudança do calendário escolar do ano letivo de 2020, o parecer consubstanciado do CEP foi emitido apenas no mês de novembro, período em que houve liberação das aulas presenciais com capacidade reduzida de alunos em cada turma. No entanto, por conta do encerramento do processo

avaliativo do 4º bimestre, a adesão de alunos que resolveram todas as tarefas previstas, foi de 4 alunos.

Numa perspectiva de pesquisa qualitativa, para a coleta e análise dos dados, seguimos as orientações de Matos (2018) e Souza e Barbosa (2020) que destacam a produção de videoaula com pequeno tempo de duração, discussão do conteúdo dessas gravações, aplicação e correção de tarefas escolares, em contexto de aulas presenciais.

Elaboramos para as aulas remotas os vídeos e materiais disponíveis para os alunos por meio da plataforma oferecida pelo Sistema de Ensino Poliedro, no qual o colégio faz parte.

As gravações foram feitas pelo professor-pesquisador e por outros docentes desse sistema de ensino. Esses vídeos têm gravação média de 10 minutos, sendo abordados os objetos de conhecimento da pesquisa (PA e PG). O material seria disponibilizado semanalmente em um ambiente virtual, os quais os estudantes teriam acesso livre a todo instante.

Solicitamos aos alunos assistir o conteúdo dos vídeos para debate nos encontros síncronos das aulas pela plataforma Zoom. De acordo com as orientações de Matos (2018), é importante ocorrer uma plenária para debate sobre o conteúdo das videoaulas e no caso da resolução das tarefas propostas, dispor os alunos para trabalhar em pequenos grupos e orientar sobre a importância do registro escrito das atividades matemáticas desenvolvidas.

Nossa expectativa em relação aos alunos da turma da 1ª série do Ensino Médio em termos de resolução das tarefas, era a análise da pluralidade de ideias dos alunos, pois observando o desempenho dos alunos em outras tarefas, parte deles resolviam os problemas por meio da lógica, outros preferiam usar fórmulas.

Em nossas aulas é consenso o respeito e discussão sobre todas as sugestões trazidas pelos alunos na resolução dos problemas, além do interesse em avaliar principalmente o raciocínio utilizado na apresentação dos resultados obtidos.

No decorrer da pandemia em 2020, precisamos rever o percurso metodológico da pesquisa, além do próprio desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem. As aulas remotas geraram uma baixa frequência dos alunos e um desinteresse geral pelos estudos, além de fatores emocionais gerados pela mudança bruta de hábitos sociais.

Quando foi possível retomarmos as aulas presenciais, em novembro de 2020, com um número reduzido de alunos, não foi possível debater o conteúdo dos vídeos por conta

Os alunos não terem assumido o papel de sujeitos participantes da pesquisa em questão.

O que foi possível abordar na sala de aula invertida foi a resolução das tarefas propostas, numa situação em que o professor-pesquisador assumiu o papel de mediador no decorrer das atividades desenvolvidas por 4 alunos, sujeitos participantes dessa pesquisa.

Para este relato de pesquisa, selecionamos duas tarefas abordadas na próxima seção do texto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo da primeira tarefa visa a introdução mais formal de conceitos, especificamente, a determinação do termo geral e a soma dos termos de uma PA.

Partindo de representações matemáticas contendo um padrão de crescimento do número de fósforos, o conteúdo do problema proposto tem por objetivo que o aluno apresente uma fórmula matemática fruto da generalização de uma sequência numérica.

Considere a sucessão de figuras apresentada a seguir, em que cada figura é formada por um conjunto de palitos de fósforo.

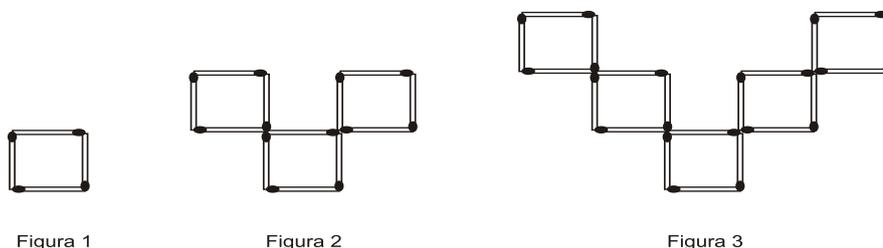


Figura 1

Figura 2

Figura 3

Suponha que essas figuras representam os três primeiros termos de uma sucessão de figuras que seguem a mesma lei de formação. Responda os itens a seguir com muita atenção:

- Quantos palitos serão necessários nas figuras 4 e 5? Justifique.
- E para a figura 10? E em relação a figura 50? Justifique.
- Você observou algum padrão de acréscimos de fósforos de uma figura para outra? Se sim, descreva esse padrão.
- Vamos usar a seguinte legenda: a_1 quantidade de fósforos na figura 1; a_2 quantidade de fósforos na figura 2; a_3 quantidade de fósforos na figura 3; a_n quantidade de fósforos da figura 'n'. Se você observou a quantidade de fósforos, que aumentam de figura para figura, chame esse valor de 'r', denominada **razão**.

Agora, com muito cuidado e observação, você consegue relacionar a_n com a_1 e r ?

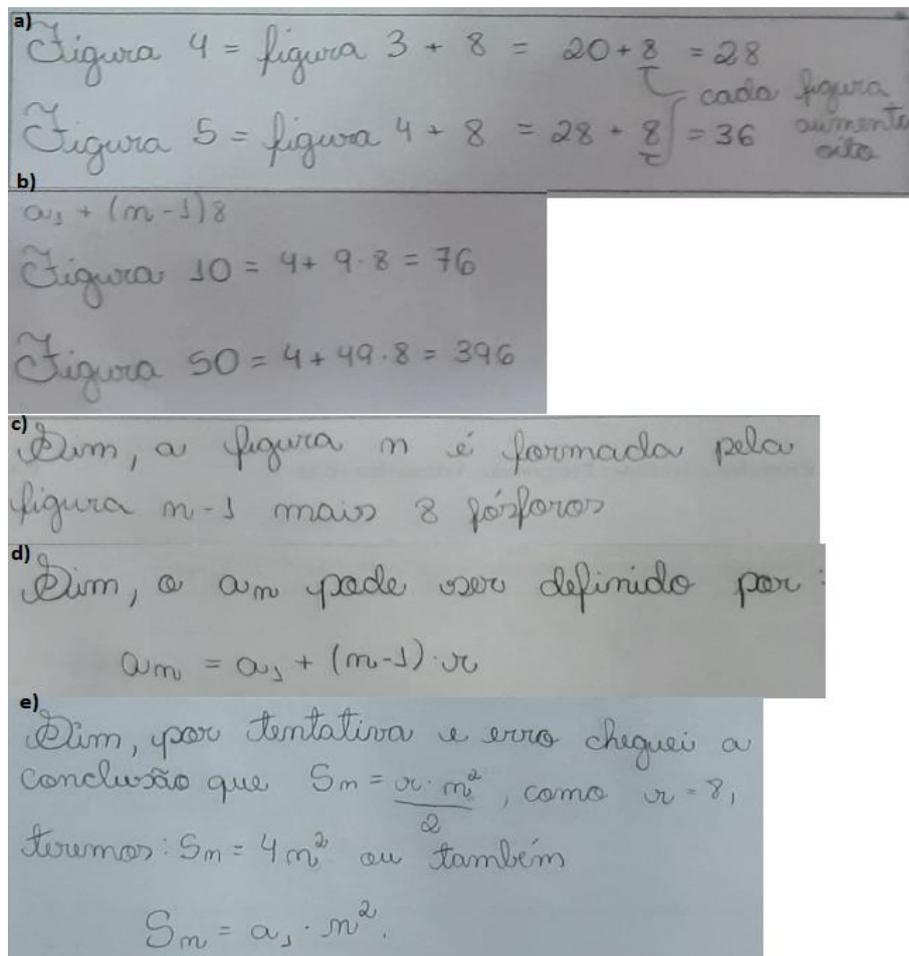
Se sim, descreva detalhadamente como chegou nessa conclusão.

e) Vamos chamar S_1 a quantidade de fósforos na figura 1; S_2 a soma quantidade de fósforos nas figuras 1 e 2; S_3 a quantidade de fósforos nas figuras 1, 2 e 3 e, S_n a quantidade de fósforos nas figuras 1, 2, 3, ..., n.

DESAFIO: é possível relacionar S_n com a_1 e a_n ? Se conseguir relacionar, mostre como chegou.

Apresentamos na figura 1 o protocolo escrito desenvolvido pelo aluno A:

FIGURA 1: resolução da primeira tarefa



a)

$$\text{Figura 4} = \text{figura 3} + 8 = 20 + 8 = 28$$

$$\text{Figura 5} = \text{figura 4} + 8 = 28 + 8 = 36$$

cada figura aumenta oito

b)

$$a_n + (n-1)8$$

$$\text{Figura 10} = 4 + 9 \cdot 8 = 76$$

$$\text{Figura 50} = 4 + 49 \cdot 8 = 396$$

c)

Sim, a figura n é formada pela figura $n-1$ mais 8 fósforos

d)

Sim, o a_n pode ser definido por

$$a_n = a_1 + (n-1) \cdot r$$

e)

Sim, por tentativa e erro cheguei a conclusão que $S_n = \frac{a_1 \cdot n^2}{2}$, como $r = 8$,
teremos: $S_n = 4n^2$ ou também

$$S_n = a_1 \cdot n^2$$

Fonte: arquivo da pesquisa

Uma análise preliminar das respostas apresentadas no protocolo escrito revelou que:

a) respondeu de forma correta, percebendo que aumentavam oito palitos para cada figura, logo vinte e oito palitos para a figura 4 e trinta e seis para a figura 5;

b) respondeu de forma correta, provavelmente utilizando a fórmula do termo geral de uma progressão aritmética, podendo ter visto nos vídeos, internet, apostila do colégio, chegando na resposta correta;

c) respondeu de forma correta, observando o padrão, percebendo que utilizando a figura anterior e somando a razão, no caso oito, chegava na figura atual. Interessante que nomeou as figuras como “n” e “n-1”;

d) respondeu de forma parcialmente correta, pois para chegar no termo geral de uma progressão aritmética, poderia ter descrito o padrão figura por figura, até chegar na enésima figura;

e) respondeu de forma parcialmente correta, apesar de ter descrito a fórmula da soma dos termos de um PA, não mostrou seu raciocínio, justificando apenas por tentativa e erro.

De modo geral, o aluno A observou o padrão de crescimento de uma figura para a outra, o que permitiu também responder o item “b”. Interessante observar a relação entre a figura e sua anterior, acrescentada de oito unidades de fósforos, conforme o item “c”, o que permitiu a utilização da nomenclatura “n” e “n-1” para generalizar figuras.

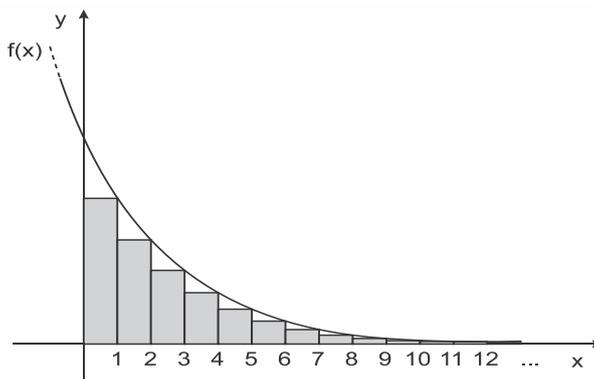
Para o item “d”, não ocorreu a construção do raciocínio lógico para obter o termo geral da P.A. No item “e” faltou apresentar exemplos para que pudessem contribuir na escrita da fórmula matemática, a partir da estratégia de tentativa e erro.

Em relação aos demais alunos que também resolveram este problema, o processo de generalização na busca por fórmulas matemáticas, foi um desafio para os alunos, por conta da necessidade de observar e estabelecer relações matemáticas que conduzam à expressão algébrica.

O conteúdo da segunda tarefa envolveu uma PG infinita e decrescente. Esperava-se que o estudante fizesse esta constatação pela análise da disposição gráfica de modo decrescente e que, substituindo os valores, chegaria em uma razão maior que zero e menor que um.

O desafio desta tarefa está no item “c” em que a partir da soma dos termos de uma PG finita, o aluno teria que perceber que quando a razão é maior que zero e menor que um, com o expoente tendendo ao infinito, a soma dos valores tenderia a um número.

O gráfico da função $f(x) = 16/2^x$ está representado sem escala em relação ao eixo vertical:



- a) Determine os valores de $f(1), f(2), f(3), f(4), f(5)$ e $f(6)$
- b) Usando as notações: $f(1) = a_1, f(2) = a_2, f(3) = a_3$ e $f(x) = a_n$. Obedecendo essa ordem, os valores aumentam ou diminuem? Podemos classificá-los como PA ou PG? Qual o valor da razão? Justifique.
- c) Após a realização do item b, vemos que os valores vão diminuindo cada vez mais, chegando a um ponto tal que ao somarmos todos os termos, o valor incluído é muito pequeno. Usando a fórmula da soma dos n termos de uma PG e considerando uma quantidade enorme de termos (tendendo ao infinito), qual o valor para a Soma desses n termos? É possível chegar em uma fórmula para a Soma dos n termos de uma PG, com n tendendo ao infinito? Dica: $S_n = a_1 \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1}$

Apresentamos o que era esperado em termos de resolução dos 3 itens deste problema:

a) $f(1) = \frac{16}{2^1} = 8$. $f(2) = \frac{16}{2^2} = 4$. $f(3) = \frac{16}{2^3} = 2$. $f(4) = \frac{16}{2^4} = 1$. $f(5) = \frac{16}{2^5} = \frac{1}{2}$.
 $f(6) = \frac{16}{2^6} = \frac{1}{4}$.

b) Conforme observamos no item a, temos que é uma progressão geométrica decrescente, com razão igual a $\frac{1}{2}$.

c) Sabemos que $S_n = a_1 \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1}$, tendo n um número natural e tendendo ao infinito, como a razão é igual a $\frac{1}{2}$, então q^n tende a zero, ficando $S_n = \frac{a_1}{1 - q}$. Aplicando no exercício, temos $S_n = \frac{8}{1 - 0,5} = 16$.

Apresentamos na figura 2 o protocolo escrito desenvolvido pelo aluno C:

FIGURA 2: resolução da segunda tarefa

a)

$$f(1) = \frac{16}{2} = 8$$

$$f(2) = \frac{16}{2^2} = 4$$

$$f(3) = \frac{2^4}{2^3} = 2$$

$$f(4) = \frac{2^4}{2^4} = 1$$

$$f(5) = \frac{2^4}{2^5} = \frac{1}{2} = 2^{-1}$$

$$f(6) = \frac{2^4}{2^6} = \frac{1}{4} = 2^{-2}$$

b)

Diminuem e caracterizam uma PG (crescimento ou decrescimento exponencial) de razão $\frac{1}{2}$.

c)

$$S_m = 8 \cdot \frac{(2^{-1})^m - 1}{-1/2} = 8 \cdot 2^{-m} - 1 \cdot \frac{-2}{1} = -16(2^{-m} - 1)$$

Fonte: arquivo da pesquisa

Uma análise preliminar das respostas apresentadas no protocolo escrito revelou que:

- a) respondeu de forma correta, deixando os cálculos de forma clara, com isso chegando nos resultados esperados;
- b) respondeu de forma parcialmente correta, pois acertou em afirmar que era uma PG, porém nesse caso de razão $\frac{1}{2}$, poderia ter explicado que se tratava de uma PG decrescente.
- c) respondeu de forma parcialmente correta, pois utilizou a fórmula da soma dos termos de uma progressão geométrica, porém não analisou “n” tendendo ao infinito para contemplar a resposta deste item.

De modo geral, esse aluno resolveu corretamente o item “a”, utilizando a função dada no enunciado. Observou adequadamente que a função em questão está associada a uma progressão geométrica de razão $\frac{1}{2}$, porém faltou escrever que se tratava de uma sequência numérica decrescente.

Em relação ao item “c”, o estudante substituiu os valores encontrados, porém não conseguiu estabelecer relações matemáticas para “n” tendendo ao infinito.

Os demais alunos também tiveram um pouco mais de dificuldade na resolução desse problema, pelo fato de não ser comum abordarmos sequências numéricas cuja análise leva em conta a noção de infinito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na transição de um planejamento de aulas presenciais para aulas remotas, em termos de propósito de pesquisa, retomamos nossa questão de investigação cujo conteúdo visa apresentar ao leitor as implicações que a sala de aula invertida produz para o processo ensino-aprendizagem.

A utilização das metodologias ativas vêm sendo cada vez mais disseminadas, porém cuidados são necessários para implementação, pois é necessário diálogos entre equipe de gestores, professores, alunos e seus responsáveis. Esse processo não ocorre de forma instantânea, muito menos sendo aplicada por todos os professores e em todas as aulas.

Em nossa experiência, concordamos com o posicionamento de Matos (2018, p.112-113) ao percebemos que em sala de aula “os alunos sentem inicialmente um desconforto no processo de transição do modelo passivo para o ativo de aprendizagem, mas é algo necessário ao amadurecimento da nova geração que será cada vez mais exigida em termos de aprendizagem e adaptação a novos conhecimentos”.

Em termos de amadurecimento intelectual dos jovens destaca-se a utilização consciente de tecnologias, principalmente os celulares, dentro e fora do ambiente escolar. Contudo, conversas desnecessárias por aplicativos, jogos e mídias sociais podem atrapalhar nesse aprendizado.

Trevisani (2021) também destaca que a implantação dessas metodologias ativas em diferentes segmentos escolares, necessita de diálogos, encontros, reuniões e não apenas imposição de forma vertical na comunidade escolar. Cursos de formação continuada para professores são importantes, porém, outro fator deve ser discutido de forma ampla: como pagar o professor para essas atividades mediante às demandas educacionais?

Nessa pesquisa, buscamos fazer um planejamento inicial coerente com a estrutura da sala de aula invertida, conforme as orientações de Matos (2018) e Souza e Barbosa (2020), porém as videoaulas disponíveis não foram utilizadas pelos estudantes, impedindo a discussão sobre o conteúdo das mesmas. Foram aplicadas as tarefas, porém

Após o término do ano letivo e o reduzido número de sujeitos participantes da pesquisa, não foi feita a correção das atividades dos alunos em plenária.

O desempenho escolar dos alunos na resolução das tarefas foi positivo, porém como parte do planejamento das aulas não foi contemplado, não houve possibilidade de como a metodologia da sala de aula invertida pode ou não contribuir no processo ensino aprendizagem dos estudantes.

Temos como pressuposto que uma nova possibilidade de abordagem escolar sobre metodologias ativas no ano letivo de 2022, poderá gerar um montante de produção de informações para um debate científico compatível com a literatura exposta ao longo desse relato de pesquisa.

A revisão de literatura contida na dissertação de mestrado de Silva (2021) tem embasamento teórico-metodológico para contextos escolares com aulas presenciais. Adequamos a sala de aula invertida para o contexto de aula remotas e o não comprometimento dos alunos com a autonomia de sua aprendizagem, independente do aspecto quantitativo da avaliação, constituiu um ponto de melhoria para repensarmos as metodologias ativas na educação básica, em especial, no Ensino Médio.

REFERÊNCIAS

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. Porto Alegre: PENSO, 2018.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: LTC, 2016. Edição do Kindle.

MATOS, Vinícius Costa. **Sala de aula invertida: uma proposta de ensino e aprendizagem em matemática**. 2018. 145f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/34987>. Acesso em: 05 nov. 2021.

SILVA, Gustavo Bueno. **Metodologia ativa: o ensino-aprendizagem de sequências numéricas no Ensino Médio**. 2021. 149f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino



de Ciências Exatas) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/15071>>. Acesso em: 05 nov. 2021.

TREVISANI, Fernando. **Não tem como implementar ensino híbrido em aula remota**. Revista Nova Escola, 25 de fevereiro de 2021. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/20152/nao-tem-como-implementar-ensino-hibrido-em-aula-remota>>. Acesso em: 05 nov. 2021.