



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

ARTHUR GUILHERME DA SILVA PINHEIRO

**METODOLOGIA DE SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DE FÍSICA: UMA
REVISÃO DE LITERATURA**

FORTALEZA

2021

ARTHUR GUILHERME DA SILVA PINHEIRO

METODOLOGIA DE SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DE FÍSICA: UMA
REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P718m Pinheiro, Arthur Guilherme da Silva.
Metodologia de sala de aula invertida no ensino de física : uma revisão de literatura / Arthur Guilherme da Silva Pinheiro. – 2021.
33 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Física, Fortaleza, 2021.
Orientação: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.

1. ensino de física. 2. metodologia ativa de ensino. 3. sala de aula invertida. I. Título.

CDD 530

ARTHUR GUILHERME DA SILVA PINHEIRO

METODOLOGIA DE SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DE FÍSICA:
UMA REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Física.

Aprovada em: 13/08/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Antonio Gomes de Souza Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Wanessa Façanha da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha mãe, Eurides.

Ao mestre, Antônio Tavares Bittencourt
(*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à minha mãe, por ter sido mulher forte, vencedora e por dar todo o seu apoio incondicional para que fossemos sempre felizes, independente das situações que passamos. Te amo, gatinha!

Aos meus primos, especialmente Felipe e David Alencar, por terem me influenciado a enveredar pelo caminho da ciência e Isaías, Isabella, Isadélia e Isadora, por serem praticamente irmãos.

Aos mestres George Barbosa, Paulino Mourão, Jeyson Sousa e João Neto, por me inspirarem com suas aulas de física e até terem sido pacientes comigo no ensino médio.

À minha avó e matriarca da família, Eugênia (também conhecida como dona Anita), por ser tão amorosa e sábia.

Aos meus tios, Antônio, Nonato, Carlos, Zé Neto e Eunice, pelo carinho, apoio, incentivo a ser feliz e ter uma boa vida, além das lições de vida que me guiam.

Aos meus irmãos, Isabelle, Carlos e Ingrid e minha madrastra, Valéria, que, mesmo distantes, são sempre companheiros e amorosos. Amo vocês!

À minha namorada, Mayra Vasconcelos, por me amar, ser paciente, companheira de todas as horas, por elogiar quando estou indo bem e me puxar quando estou desmotivado e ter me ajudado a escrever este trabalho, sendo quase orientadora. Te amo, amor!

Aos pais da minha namorada, Marleide e Augusto Vasconcelos, por cuidarem de mim como se também fosse filho e por sempre me encorajarem e incentivarem de alguma maneira nessa caminhada dura que foi a graduação.

Ao corpo docente e colaboradores do Colégio Estadual Liceu do Ceará pelo acolhimento, pelo sentimento de união e até mesmo de lar trazido por todos e todas, em especial ao diretor, o senhor Edson Braga, à grandiosa Maria do Carmo e às coordenadoras Ana Cristina e Flávia, por sempre darem suporte à equipe e terem confiado no meu trabalho, quer tenha sido como bolsista do PIBID ou quer tenha sido como professor substituto.

Aos “Capacidades” Alisson, Marcelo e Sandoval, pela confiança no meu trabalho, amizade, companheirismo e ensinamentos passados na minha estadia no Liceu do Ceará como bolsista e professor substituto e para além do ambiente escolar.

Ao grande mestre Antônio Tavares Bittencourt, *in memoriam*, por ter sido grande mentor, supervisor, amigo e por ter me confiado a continuidade de sua missão de educador. Onde quer que esteja, nunca vou esquecer o senhor!

Aos amigos, Reginaldo Salvador, Tiago Linard, Amauri Barbosa e Daniel Alves pela amizade, apoio e por sempre poder contar com os senhores!

Às grandes mulheres e mestras Maria das Graças Felipe e Luciana Camilo, por terem sido confidentes e por me aconselharem nos tempos de trabalho no finado Swipe Aulas.

Aos amigos que fiz durante minha caminhada no curso de licenciatura em física na UFC, Natanael Sousa, Mateus Soares, Jackson Souza, Ivo Fernandes, Davi Simão, Emanuel Régis, Renan Sales, Bárbara de Lima, Lucas Araújo, Fernando Reis, Cleóbio Souza, Marcelo Magalhães e Danilo Oliveira por tudo o que passamos nessa caminhada, as coisas boas e ruins, mas alguns de nós vencemos e vamos vencer ainda mais, senhores! Obrigado por sempre termos esse apoio uns com os outros!

Aos professores Antonio Gomes, Marcos Antônio, Giovanni Cordeiro, Júlio César Brasil, Alexandre Paschoal e Wanessa Façanha, do Departamento de Física da UFC, por sua humanidade e por trazerem conhecimento, revolução e inspiração com grande maestria, tenha sido nas disciplinas ministradas no curso, nos projetos ou atuando na orientação. A graduação com os senhores e a senhora me mostrou o tipo de professor que desejo me tornar e espero alcançar pelo menos 10% dos professores e humanos que vocês demonstraram ser, ainda mais no contexto atual de pandemia.

Ao secretário da licenciatura, o senhor Anderson Brandão, por ser paciente e acolhedor, sempre tratando todos com cordialidade, sendo solícito e empenhado em sua missão. Muito obrigado!

Ao professor Fidel Machado, da disciplina de Artes Marciais e Capoeira e toda a turma, por ter acolhido este humilde estudante de física em suas aulas e possibilitar que todos crescamos juntos cientificamente e humanamente, independente do curso.

Aos senhores Hermany Vieira e Juan Bustamante por terem me dado a primeira oportunidade de bolsa, no PACCE, e por terem me mostrado a primeira metodologia ativa de ensino na graduação, a aprendizagem cooperativa, mudando drasticamente minha visão de mundo.

Aos amigos que fiz durante minha estadia no PACCE, pois todos aprendemos juntos e uns com os outros a sermos melhores enquanto pessoas.

Ao PIBID, pelas experiências, amizades e por ter sido peça fundamental na minha formação profissional.

Aos amigos que o karatê me proporcionou, em especial, Yago Marques, Leonardo de Oliveira, Juciane Abel, Francisco Cardoso, Bruno Araújo, Thawan Cavalcanti, Mariana Oliveira, Hélita Oliveira, João Victor Lucena e Felipe Drumond pela alegria nos treinos e fora deles, com jogos, confraternizações, conversas, momentos e conselhos.

Aos *sensei* Barroso Junior, Heraldo Simões, Heldo Lima, Roberanes Santos, Raquel e Ronnie von Vieira por trazerem ensinamentos não somente sobre o karatê, mas também sua extensão para a vida, além de terem sido fundamentais para minha formação nessa arte marcial maravilhosa e pelo impacto positivo que causaram na formação do meu caráter.

Aos meus alunos Júlio Rêgo, Juan Pla e seus respectivos responsáveis, por sempre me encorajarem a me tornar um professor cada vez melhor.

Ao Humberto, meu barbeiro, pelas boas conversas, risadas, “papo cabeça” e por sempre me deixar com o visual alinhado, elevando minha autoestima pelo menos uma vez por mês desde o final 2017.

Aos vizinhos e amigos Marcos Aurélio Paixão, Darlan, Darlene, Denise, João e Maria das Dores (*in memoriam*) Lira, por serem praticamente uma família para mim, dando suporte para caminhada.

Às coordenadoras do Grau Técnico do Centro de Fortaleza, Graça e Larissa, pelo acolhimento, cuidado e por confiarem no meu trabalho.

Ao meu bom amigo e parceiro de negócios, Fernando Sales, por sua fé no meu trabalho e no crescimento da nossa parceria no trabalho de aulas particulares.

“N3o pense em vencer. Pense em n3o ser vencido.” (Gichin Funakoshi)

RESUMO

Os conteúdos abordados na disciplina de física têm sido estigmatizados por anos, sendo relatado como algo de difícil compreensão. As metodologias ativas de ensino trazem uma mudança nesse paradigma, possibilitando uma melhor compreensão dos assuntos abordados. Por este motivo, a presente revisão de literatura teve como objetivo estudar a utilização da Sala de Aula Invertida e seus efeitos nos processos de ensino e aprendizagem no âmbito da física. O procedimento metodológico baseou-se na pesquisa por artigos utilizando os descritores “*flipped classroom*” e “*physics education*”, através da base de dados *Education Resources Information Center - ERIC*. Foram encontrados 22 estudos, sendo três sobre motivação, quatro sobre autonomia, 14 sobre a compreensão/aprendizagem e uma revisão bibliográfica. Os assuntos de física mais abordados foram: mecânica dos fluidos, cinemática, dinâmica, trabalho e energia, conservação de energia, movimentos ondulatórios, termodinâmica, eletricidade, mecânica avançada, física médica, sistemas térmicos solares e seus componentes. Concluiu-se que, apesar dos efeitos positivos da metodologia, as limitações dos estudos evidenciam a necessidade de pesquisas com procedimentos metodológicos mais elaborados.

Palavras-chave: ensino de física; metodologia ativa de ensino; sala de aula invertida.

ABSTRACT

The subjects covered in physics teaching have been stigmatized for years, being reported as something difficult to understand. Active teaching methodologies change this paradigm, enabling a better understanding of the topics covered. This Monograph aimed to investigate the use of the Flipped Classroom and its effects on the teaching and learning processes in physics. The methodological procedure for reviewing the literature relies on searching for articles using "flipped classroom" and "physics education" descriptors within the Education Resources Information Center - ERIC database. Twenty-two studies were found, three on motivation, four on autonomy, 14 on understanding/learning, and one of them was a literature review. The most discussed physics subjects were: fluid mechanics, kinematics, dynamics, work and energy, energy conservation, wave motion, thermodynamics, electricity, advanced mechanics, medical physics, solar thermal systems, and their components. Despite the positive effects of the methodology, there are still limitations of the studies that highlight the need for further research with more elaborate methodological procedures.

Keywords: physics education; active teaching methodology; flipped classroom.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Geral	14
2.2	Específicos	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1	Método Tradicional x Sala de Aula Invertida	15
3.2	Aplicações da sala de aula invertida	16
3.3	Potencialidades da metodologia no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de física	18
4	METODOLOGIA	20
4.1	Caracterização do estudo	20
4.2	Critérios de inclusão e exclusão	20
4.3	Procedimentos metodológicos	20
5	DESENVOLVIMENTO	22
5.1	Sala de aula invertida e seu efeito no processo de ensino/aprendizagem de física	22
5.2	Motivação	25
5.3	Assuntos mais abordados	26
5.4	Limitações	27
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
	REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

O perfil dos estudantes que frequentam a escola vem se modificando com o passar dos anos e, concomitantemente, com o desenvolvimento das tecnologias, especialmente tratando-se do meio digital, com o advento da internet, computadores pessoais, *smartphones*, *softwares* e até mesmo das redes sociais. Jovens geralmente têm bastante interesse nesses avanços e há uma necessidade de adequação da escola a esses avanços e, para isso, surge a importância da adaptação das estratégias de ensino, especialmente de assuntos como a física (OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016).

Atualmente, a metodologia mais utilizada na abordagem do ensino de física é a tradicional de Skinner, que se baseia no comportamento, estímulos e respostas do indivíduo (PRÄSS, 2008; BORGES *et al*, 2020). Tal abordagem ignora o processo cognitivo do indivíduo e por esse motivo, o assunto é estigmatizado como algo de difícil compreensão (OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016).

A Sala de Aula Invertida (SAI), é uma metodologia ativa de ensino que foi idealizada a partir da necessidade de adaptação de professores ao contexto ao qual estavam inseridos na escola em que trabalham, de alunos que não tinham bom aproveitamento em sua disciplina (BERGMANN; SAMS, 2018, n.p).

O conceito de SAI baseia-se na ideia de inversão das atividades, de modo que aquilo que, tradicionalmente seria feito em sala de aula agora deve executado em casa e o contrário também deve acontecer (BERGMANN; SAMS, 2018, n.p).

A principal estratégia para aplicar a inversão consiste em fornecer um material de apoio – geralmente em formato de vídeo – para que os estudantes conseguissem refletir e sintetizar o conhecimento, a fim de se prepararem para um debate a ser promovido pelos próprios professores na aula seguinte (BERGMANN; SAMS, 2018, n.p).

Tal ideia é apoiada pela facilidade de acesso ao material a partir de diversos dispositivos eletrônicos e dentro da disponibilidade de tempo do aluno, além da possibilidade de rever a explicação dada pelo professor quantas vezes forem convenientes, podendo o discente fazer seus próprios apontamentos, tornando-o parte autônoma e responsável na apropriação de conhecimento (CONFORTIN; IGNÁCIO;

COSTA, 2018). Desse modo, a presente monografia teve como principal objetivo investigar a literatura sobre o uso da SAI no ensino de física.

A monografia está organizada da seguinte maneira: os objetivos gerais e específicos são descritos no Capítulo 2. No Capítulo 3, trata-se dos referenciais teóricos. No Capítulo 4, a metodologia usada. O desenvolvimento é detalhado no Capítulo 5. Por fim, as considerações finais são relatadas no Capítulo 6.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Investigar como a metodologia de sala de aula invertida tem sido utilizada no ensino de física.

2.2 Específicos

- Levantar dados sobre os resultados obtidos na literatura com a utilização dessa metodologia de ensino;
- Compreender como a metodologia poderia influenciar no processo de ensino e aprendizagem de física;
- Verificar quais assuntos de física foram mais abordados utilizando o método;
- Contribuir com reflexões a fim de enriquecer literatura;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Método Tradicional x Sala de Aula Invertida

O processo de ensino/aprendizagem começou a ser fortemente pautado a partir do método tradicional de ensino, desenvolvido por Skinner, sendo baseado no conceito de behaviorismo, ou seja, direcionado ao comportamento do indivíduo (PRÄSS, 2008). A ideia de Skinner está relacionada com a análise do comportamento através de duas variáveis, sendo *input* atribuída aos estímulos dados e *output* às respostas obtidas (BORGES *et al*, 2020).

Aplicando isso ao processo de ensino e aprendizagem, podemos dizer que o professor, detentor do conhecimento, transmite a informação para o aluno, receptor, o que demanda na revisão do que foi visto em sala de aula (LACANALLO *et al* 2007).

Dependendo do estímulo dado e da resposta obtida, isso pode acarretar problemas na formação do estudante, como, por exemplo, a falta de senso crítico por parte do educando, por causa da necessidade de memorização mecânica do que é narrado pelo professor (FREIRE, 1987, p. 33).

Outro problema encontra-se na avaliação dos estudantes, pois estes tendem fortemente a burlar o sistema de avaliação do ensino através de “cola”. Pensando nisso, Marquesin e Benevides (2011) refletiram, com base em depoimentos de docentes, discentes do ensino superior e na literatura, partindo do ponto da memorização e da pressão provocada pelo valor numérico agregado à avaliação: a nota minimamente satisfatória para determinar a apropriação de um conhecimento específico. Com isso, concluíram que a avaliação, apesar de necessária, precisa de mudanças.

Präss (2008), ainda concluiu que o método estabelecido por Skinner tem foco apenas no resultado obtido, ignorando o processo cognitivo que o aprendiz precisou vivenciar para se apropriar do conhecimento.

Contra-pondo-se ao método tradicional, surgem as metodologias ativas de ensino, que têm como preceito básico a busca ativa por conhecimento, o que transforma

o aluno no ente ativo do processo e coloca o professor no personagem de facilitador dessa busca (FREIRE, 1996, p. 34-35).

Uma das estratégias usadas para a implementação das metodologias ativas de ensino é a sala de aula invertida, do inglês *flipped classroom*, criada por Jonathan Bergmann e Aaron Sams. Sua proposta é justamente inverter os papéis, sendo os alunos os elementos ativos na busca pelo conhecimento e o professor apenas um mediador.

“Inverter a sala de aula tem mais a ver com certa mentalidade: a de deslocar a atenção do professor para o aprendiz e para a aprendizagem.” (BERGMANN; SAMS, 2018, n.p)

A metodologia baseia-se na ideia dos professores enquanto mediadores e coloca o estudante no centro do processo de aprendizagem. Para isso, os autores disponibilizam materiais de pesquisa e apoio para que os alunos reflitam, sintetizem e exponham o conhecimento adquirido em debates conduzidos. Tal prática, de acordo com os autores, torna o ensino mais personalizado, o que permite que cada um tenha seu desenvolvimento intelectual dentro de suas capacidades (BERGMANN; SAMS, 2018, n.p).

A estratégia adotada pelos autores da SAI modificou o tempo investido em sala de aula para a conclusão do programa de estudos da disciplina ministrada por eles. Comparando os intervalos de tempo de uma aula tradicional e de uma invertida, eles observaram que muito tempo era investido com uma revisão da atividade ministrada no dia anterior – que levam cerca de 20 minutos – e com uma preleção do novo conteúdo a ser ministrado, que necessitavam de 30 a 45 minutos (BERGMANN; SAMS, 2018, n.p).

Com a nova estratégia, a aula tornou-se mais fluida, contando apenas com a atividade de aquecimento, um período para o debate sobre os vídeos vistos anteriormente e a atividade prática no restante do tempo. Com isso, os professores diminuíram o esforço e melhoraram a qualidade da aula, possibilitando investir mais tempo nas atividades práticas (BERGMANN; SAMS, 2018, n.p).

3.2 Aplicações da sala de aula invertida

Com o pioneirismo e o empenho de Bergmann e Sams, a metodologia de SAI foi difundida por todo o estado do Colorado, em seguida, para o resto do país e do mundo, sendo aplicados diversos estudos para o uso em várias áreas do conhecimento e instituições (BERGMANN; SAMS, 2018, n.p). Podemos destacar a utilização do método na área das ciências exatas, em especial, a de física no ensino básico e superior (CAGANDE; JUGAR, 2018; SOLOMON *et al*, 2020; ROBINSON *et al*, 2020; OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016).

Com a expansão do uso dos recursos tecnológicos e seu acesso, surgiu a necessidade de utilizar estas ferramentas em favor do aprendizado, considerando que uma parcela dos alunos, apesar de estarem fisicamente presentes no ambiente da sala de aula, estão concentrados em outras atividades (VALENTE, 2014).

Deste modo, a SAI torna-se um ótimo recurso a ser implementado, trazendo como artifício a combinação da discussão em sala com a apropriação de conhecimento além dela, através do uso de tecnologias digitais de informação e comunicação (VALENTE, 2014).

Com a proposta de apresentar a SAI de maneira aberta e concisa como meio de inovação na educação básica brasileira, há uma discussão sobre a rigidez imposta pelo método tradicional de ensino, estrutura educacional vigente, o que traz desafios na sua implementação, mas sem descartá-la como possibilidade (OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016).

Com isso, alguns dos aspectos trazidos pelo método tradicional são analisados sob a perspectiva da SAI, a fim de estudar qualidades como atenção, relevância, confiança e satisfação dos discentes, além de seu desempenho na aprendizagem (AŞIKSOY; ÖZDAMLI, 2016; AŞIKSOY; SORAKIN, 2018). Outros aspectos relevantes que podem ser analisados são a motivação dos estudantes e a compreensão do conteúdo ministrado (BAWANEH; MOUMENE, 2020).

Tais considerações são feitas, pois a própria metodologia incita aumento na qualidade dos aspectos citados anteriormente, com a personalização do processo de aprendizagem, a melhoria do pensamento crítico e o estímulo à colaboração e integração da turma (OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016).

3.3 Potencialidades da metodologia no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de física

A SAI começou com a proposta de utilizar videoaulas expostas no site dos próprios pioneiros como material de apoio para os estudantes usarem como base para a discussão da aula marcada (BERGMANN; SAMS, 2018, n.p.). Porém, com a difusão da metodologia, surgiu a possibilidade de expandir a diversidade de materiais disponíveis para dar o devido apoio, como textos, livros, filmes, músicas, áudios, simuladores, aplicativos e quaisquer outros recursos à disposição do docente para facilitar e propagar o conhecimento (OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016).

Para que essa potencialidade seja efetiva, o professor deve orientar o aluno devidamente, seguindo a base da própria SAI, dentre elas: pedir que os alunos façam anotações acerca do conteúdo passado no recurso multimídia, formularem perguntas ou responderem questionamentos prévios após o estudo (OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016).

Para incentivar os docentes a modificar a metodologia para a SAI, Oliveira, Araújo e Veit enfatizam:

“A mudança nas aulas de física pode advir da percepção docente dos benefícios atrelados a ela.” (OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016)

Os benefícios são bastante convincentes, sendo estes, estão a ressignificação do papel do professor e aluno, a utilização de diversos recursos multimídia, consideração dos conhecimentos prévios desse aluno, o estímulo ao desenvolvimento de habilidades sociais e colaboração, a promoção da heterogenia do conhecimento dos discentes, pois nem todos possuem a mesma capacidade de aprendizagem, tempo de reflexão e questionamento (OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016).

A interação entre os próprios estudantes e deles com o professor, também serve de estímulo para a troca de conhecimento, podendo acontecer antes, durante ou depois do encontro com o professor (CONFORTIN; IGNÁCIO; COSTA, 2018). A utilização da tecnologia para os alunos interagirem, adquirindo e trocando conhecimentos além do material de apoio potencializa ainda mais a aprendizagem trazida pela SAI (CONFORTIN; IGNÁCIO; COSTA, 2018).

Como consequência disso, há uma melhor apropriação do conhecimento por parte dos alunos, redução na taxa de reprovação e evasão escolar, além da mudança para uma atitude mais positiva em relação ao conteúdo de física (OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016).

Por fim, outra potencialidade que foi trazida à tona pela SAI foi a modificação do tempo dedicado em sala de aula. Enquanto na metodologia tradicional as aulas no ensino básico no Brasil precisam de pelo menos 50 minutos de explanação do professor, na SAI o conteúdo já está previamente disponível e esse mesmo intervalo de tempo pode ser dedicado ao debate (CONFORTIN; IGNÁCIO; COSTA, 2018).

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização do estudo

Trata-se de um estudo de revisão bibliográfica narrativa que é feita a partir dos registros bibliográficos preexistentes, que, por sua vez, são frutos de pesquisas anteriores (SEVERINO, 2014).

Este estudo foi elaborado com base em artigos científicos encontrados através dos descritores “*flipped classroom*” e “*physics education*”. As pesquisas foram feitas na base de dados *Education Resources Information Center* (ERIC - <https://eric.ed.gov/>).

Os termos utilizados foram verificados através da plataforma *Thesaurus*, específica para descritores em educação. Todos os artigos pesquisados foram publicados na língua inglesa e nos últimos 10 anos.

4.2 Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos todos os artigos referentes ao ensino de física, com alunos do ensino médio ou superior, não sendo feita distinção de curso. Pesquisas do tipo intervenções e outras revisões também foram incluídas. Artigos que não continham os descritores, mas que, de alguma maneira, os mencionavam no corpo de seu texto, também foram considerados critérios de inclusão para o trabalho.

Foram excluídos aqueles que não se tratavam de artigos científicos e os que não estavam de acordo com os critérios de inclusão.

4.3 Procedimentos metodológicos

Primeiramente, foram colocadas as palavras-chave na base de busca, resultando em 22 estudos encontrados. Em seguida, cada estudo foi analisado, verificando

a conformidade com os critérios de inclusão e exclusão. Desses, quatro foram excluídos, sendo dois por indisponibilidade do texto completo, um por não tratar diretamente de sala de aula invertida e um por não ser necessariamente um artigo, mas a divulgação de um evento.

Logo depois, os estudos foram classificados, considerando o assunto principal e seu contexto. Dos 22 estudos encontrados, três (3) tinham como objetivo principal investigar a motivação dos alunos, quatro (4) a autonomia, 14 a compreensão/aprendizagem e um consistia numa revisão bibliográfica sobre a metodologia estudada aliada à de gamificação.

Com exceção do estudo de revisão citado, todos possuíam um objetivo em comum: verificar quaisquer efeitos (positivos ou negativos) que a metodologia pudesse causar nos seus respectivos grupos experimentais, a fim de trazerem melhores estratégias de ensino para os respectivos cursos.

5 DESENVOLVIMENTO

5.1 Sala de aula invertida e seu efeito no processo de ensino/aprendizagem de física

A metodologia de sala de aula invertida tem sido bastante estudada devido aos seus impactos no processo de ensino/aprendizagem (AŞIKSOY; ÖZDAMLI, 2016; AŞIKSOY; SORAKIN, 2018; BAWANEH; MOUMENE, 2020; SUN; WU, 2016; SUN; WU; LEE, 2016).

O efeito da metodologia sobre o processo de aprendizagem foi investigado em estudos de caso-controle, comparando SAI e método tradicional, sendo observado que os alunos submetidos à SAI obtiveram melhor desempenho em testes conceituais do que os alunos do grupo controle (AŞIKSOY; ÖZDAMLI, 2016; AŞIKSOY; SORAKIN, 2018; BAWANEH; MOUMENE, 2020).

Um dos principais motivos para a realização de estudos utilizando a SAI está na inovação que ela traz por conta de suas características, principalmente por se tratar de uma metodologia ativa de ensino, a fim de tentar substituir ou mesmo mesclar com o método tradicional vigente há bastante tempo (AŞIKSOY; ÖZDAMLI, 2016; AŞIKSOY; SORAKIN, 2018; BAWANEH; MOUMENE, 2020).

Outro estudo trouxe uma análise dos efeitos da metodologia baseada no modelo auxiliado por um *clicker* (sistema computacional que reúne as respostas dadas pelos alunos para as perguntas feitas em sala) a fim de investigar o alcance na meta de aprendizagem, a ansiedade e percepções dos alunos diante da situação, sendo realizado com 61 alunos da graduação em Física (AŞIKSOY; SORAKIN, 2018).

A ideia do estudo surgiu da necessidade de controlar o nível de ansiedade dos alunos diante do conteúdo abordado. A aprendizagem depende não só de processos cognitivos, mas também de características afetivas. A ansiedade se encaixa como característica que mais vem à tona no processo e esta, por sua vez, causa impactos negativos no processo de aprendizagem, sendo estes a procrastinação, diminuição na atenção, na atividade cognitiva e sofrimento (AŞIKSOY; SORAKIN, 2018).

O resultado obtido foi positivo para o uso da metodologia, com os estudantes se sentindo mais ativos e menos ansiosos diante do conteúdo. Foi chegada à conclusão de que, a aceitação do método pelo grupo experimental deve-se ao atributo da disponibilidade dos estudantes, sendo uma característica do próprio método o fornecimento de *feedback* a cada interação. Dos 24 alunos do grupo experimental que foram selecionados para participar das entrevistas, 16 relataram se sentirem menos ansiosos (AŞIKSOY; SORAKIN, 2018).

Para averiguar efeitos na interação aluno-professor e eventual melhora no processo de aprendizagem, a SAI foi aplicada em 142 de 181 estudantes de uma disciplina de física em uma universidade em Hsinchu, Taiwan, ao passo que 39 foram submetidos ao grupo de controle. Tais números devem-se ao fato de os estudantes terem decidido por conta própria escolher em quais grupos desejavam estar (SUN; WU; LEE, 2016).

Porém, como resultado, observou-se que o desempenho de aprendizagem do grupo controle foi mais satisfatório que o do grupo experimental. Sobre a interação, foi observado que a interação entre os alunos do grupo experimental com os professores trouxe mais esclarecimento dos problemas, o que permitiu concluir que a SAI causou efeito positivo na interação tanto aluno-aluno quanto aluno-professor (SUN; WU; LEE, 2016).

Para corroborar os efeitos causados na utilização dos *clickers*, há uma revisão de literatura entre os estudos obtidos, que, apesar de ser de cunho multidisciplinar, também contempla o estudo da física, ao relatar sobre a utilização dos cursos online abertos e massivos por parte de estudantes a fim de aprimorarem sua aprendizagem assistindo palestras em diversos níveis (HERRADA; BAÑOS; ALCAYDE, 2020).

O intuito dos autores com esta revisão é analisar a colaboração científica para a utilização e a promoção das metodologias ativas de ensino, em especial, a SAI, trazendo também uma reflexão sobre sua possível utilização aplicada ao contexto de pandemia da COVID-19 (HERRADA; BAÑOS; ALCAYDE, 2020).

Sendo assim, foi possível determinar efeitos benéficos quanto ao uso dos *clickers* dentro da SAI, como a rápida obtenção de *feedback* dado pelos alunos, tornando a avaliação mais rápida por parte do docente, apesar de nem sempre trazer melhora significativa no rendimento dos discentes, organização e compreensão do material prévio facilitados (HERRADA; BAÑOS; ALCAYDE, 2020).

Alunos do curso de engenharia da Universidade de Nevada, especificamente da disciplina de mecânica dos fluidos, foram submetidos a um estudo da aplicação de um modelo híbrido de SAI e método tradicional e compararam com o modelo puramente tradicional (HARRISON *et al*, 2016).

O estudo tem por finalidade reivindicar as possíveis melhorias que podem ser trazidas pela aplicação da SAI, sendo estas: melhor aprendizagem por parte dos estudantes, em virtude de ser uma metodologia ativa, elevação da flexibilidade, envolvimento e interatividade dos estudantes, atender diferentes necessidades de aprendizagem, através da personalização, suporte em tempo real, aumento da disponibilidade de material e aumento da autonomia (HARRISON *et al*, 2016).

A pesquisa mostrou impactos negativos quanto ao uso do modelo híbrido, como desempenho nas tarefas passadas para casa e na disciplina de modo geral. Tais impactos são possivelmente atribuídos ao uso deficiente do material por parte dos estudantes. Porém, o professor passou a interagir mais com os alunos (HARRISON *et al*, 2016).

Para trazer um contraponto, estudantes de engenharia mecânica do Georgia *Institute of Technology*, em Atlanta, foram submetidos à experimentação da SAI no curso de mecânica dos fluidos, num estudo de caso, com abordagem na resolução de problemas em duplas e por finalidade de aumentar o engajamento e a compreensão por parte dos discentes (WEBSTER; MAJERICH; MADDEN, 2016).

Em contrapartida, os autores concluíram que houve um aumento significativo no envolvimento dos discentes com o curso e da compreensão dos conceitos, além de ter sido estimulante tanto para os alunos quanto para os professores, dada a mudança de paradigma (WEBSTER; MAJERICH; MADDEN, 2016).

Também pensando na hipótese de trazer melhoria em cursos da área de ciências, tecnologia, engenharia e matemática, a SAI foi experimentada de forma colaborativa entre os *campi* de *San José State University* (SJSU), em parceria com a *California State University* em Los Angeles (CSULA) e *California State Polytechnic University* em Pomona (SULLIVAN-GREEN; MATHUR; FEINSTEIN, 2017).

Partindo das raízes da SAI, estudantes de pós-graduação foram submetidos à metodologia baseada em vídeos contendo a narração de slides e servindo como material de apoio para o momento de discussão (TORÍO, 2019).

Os docentes do curso preferiram trazer os vídeos de forma personalizada, a fim de tornar facilitada a propagação e compreensão das partes teórica e prática do projeto, sendo elogiados pelos estudantes, causando impacto positivo, sendo tal efeito causado pela simplicidade das produções (TORÍO, 2019).

5.2 Motivação

Foram analisadas as consequências da implementação da SAI em estudantes do curso de física, sendo bem específicos na sua abordagem, tratando sobre a análise e compreensão de gráficos de cinemática, chegando em resultados favoráveis para o uso da SAI no quesito compreensão. Apesar disso, não foi detectado qualquer mudança sobre a motivação, que já estava elevada (CAGANDE; JUGAR, 2018).

A motivação por detrás desse estudo encontra-se na missão de sempre ajustar a estratégia para melhorar a compreensão da ciência por parte do acadêmico, para que este possa repassar a melhor forma de adquirir conhecimento para gerações futuras e atender as demandas em seu tempo, trazendo cinco desafios para melhorar a educação científica, sendo estes: qualificar professores, passar a ciência como algo empolgante, aplicar a ciência na prática, conectar a ciência com outras áreas do conhecimento e tratá-la como um processo investigativo (CAGANDE; JUGAR, 2018).

Foi feita uma investigação sobre os efeitos da SAI no aumento da motivação e compreensão dos conceitos por parte das alunas do curso de física médica. A amostra da pesquisa consistia em 123 estudantes do sexo feminino, sendo 65 submetidas ao método tradicional e 58 à SAI. Para colher os resultados foram usados um guia de professor, um teste de compreensão e um questionário de motivação (BAWANEH; MOUMENE, 2020).

Tal estudo teve como propósito otimizar a motivação e a compreensão dos conteúdos do curso de física médica por parte das estudantes. Para isso, sentiu-se a necessidade de introduzir estratégias de ensino inovadoras e eficazes dentro da

instituição, a fim de melhorar a qualidade dos profissionais formados (BAWANEH; MOUMENE, 2020).

A partir dos resultados obtidos através da pesquisa, os autores concluíram que a SAI mostrou-se bastante eficaz quanto à melhoria nos quesitos compreensão e motivação dos alunos. Analisando as variáveis de forma separada, foi percebido que os alunos necessitaram de mais tempo para se prepararem antes das aulas, pois precisavam consolidar suas habilidades de compreensão e linguagem (BAWANEH; MOUMENE, 2020).

Além disso, notou-se o aumento da motivação por conta do uso da tecnologia para a busca de materiais de instrução, que aumentou o envolvimento e a autonomia por parte dos alunos. O uso de um *clicker* contribuiu para esse aumento, pois aliou a gamificação com a SAI, mostrando-se estimulante para as alunas, trazendo-lhes o sentimento de felicidade (BAWANEH; MOUMENE, 2020).

Outro exemplo de que a SAI pode ser ainda mais efetiva quando aliada à gamificação à fim de trabalhar a motivação dos alunos para o aprendizado de física, é o que foi trazido num estudo com 87 discentes da oitava série de uma escola no norte de Taiwan, divididos em três grupos: os que jogavam e assistiam a uma aula expositiva sobre o assunto principal, os que jogavam e montavam grupos para discutir a resolução de problemas e os que assistiam palestras sem ter jogado previamente (YE; HSIAO; SUN, 2018).

A ideia da pesquisa foi utilizar os jogos digitais *Ballance* para trabalhar as leis de Newton e *Angry Birds* para abordar conservação de energia. Ambos os jogos são bastante difundidos ao redor do mundo (YE; HSIAO; SUN, 2018).

Foi concluído que ambos os jogos melhoraram a motivação dos alunos, trazendo uma boa compreensão inicial dos conceitos que seriam abordados nas aulas subsequentes, além de ajudar a identificar possíveis lacunas na aprendizagem e resolvê-las trabalhando problemas formais relacionados (YE; HSIAO; SUN, 2018).

5.3 Assuntos mais abordados

A área da física que mais teve destaque foi a mecânica, com uma fração dos artigos trazendo assuntos como: mecânica dos fluidos, cinemática, dinâmica, trabalho e energia, conservação de energia e movimentos ondulatórios (AŞIKSOY; ÖZDAMLI, 2016; CAGANDE; JUGAR, 2018; GREENE, 2018; HARISSON *et al*, 2016; ROBINSON *et al*, 2020; SOLOMON *et al*, 2020; WEBSTER; MAJERICH; MADDEN, 2016; YE; HSIAO; SUN, 2018).

Outras áreas também foram abordadas, como por exemplo, termodinâmica, eletricidade, mecânica avançada e aplicações mais específicas, como física médica, sistemas solares térmicos e seus componentes (OLANIYI, 2020; AŞIKSOY; SORAKIN, 2018; BAWANEH; MOUMENE, 2020; GREENE, 2018; SUN; WU; LEE, 2016; TORÍO, 2019).

Porém, alguns dos artigos não explicitaram quais assuntos de física utilizaram na aplicação da SAI (HERRADA; BAÑOS; ALCAYDE, 2020; JANG; KIM, 2020; SULLIVAN-GREEN; MATHUR; FEINSTEIN, 2017).

5.4 Limitações

Independentemente da SAI ter apresentado sucesso ou fracasso, algumas limitações foram observadas nos estudos analisados, como por exemplo, o conteúdo abordado, que foi limitado a poucos assuntos e o possível viés que pode ser causado pela pequena amostra de estudantes que participaram da pesquisa, além do fato de todos os estudantes eram do início do curso e o curto período o qual a metodologia foi aplicada (AŞIKSOY; ÖZDAMLI, 2016; AŞIKSOY; SORAKIN, 2018).

Há outras limitações que permeiam a aplicação da SAI, destacando-se o custo inicial (seja de tempo, financeiro e/ou esforço) para a produção e de adequação aos padrões de acessibilidade, o treinamento dos docentes que aplicaram a metodologia, modificação nas avaliações para mensurar a taxa de sucesso, que demanda tempo por parte dos discentes para execução e docentes para classificação, além de possível rejeição por parte dos alunos, pela inversão de responsabilidade como consequência da SAI e falhas de ordem técnica (HARRISON *et al*, 2016).

Outra limitação observada é a influência das habilidades naturais de cada docente diante do novo paradigma, pois é exigida uma preparação prévia e até mesmo intensiva, para aplicar a SAI e suas definições de maneira mais fidedigna possível no estudo (WEBSTER; MAJERICH; MADDEN, 2016).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente estudo de revisão, foi possível levantar as potencialidades e fragilidades da SAI quanto metodologia ativa de ensino, especialmente tratando-se de sua aplicação em física. Dentre seus principais efeitos positivos destacaram-se a promoção da autonomia, ludicidade, interação e aumento da motivação dos discentes, sendo observados, também benefícios aos docentes, principalmente quanto à otimização do tempo investido em sala, do esforço intelectual e até mesmo físico empregado no desenvolvimento e execução das aulas.

Tais potencialidades podem ter surgido pelo fato de aliar o processo de aprendizagem com a utilização da tecnologia, especialmente o uso dos *clickers* e dos jogos, pois estes, por sua vez, são bastante lúdicos e promovem a interação entre os estudantes, mostrando elementos motivadores.

Além do uso de *clickers*, a SAI pode ser aliada à metodologia de gamificação, com o uso de jogos eletrônicos bastante difundidos, sobretudo os que sugerem a aplicação de leis da física, como material de apoio, também servindo de estímulo à promoção das interações aluno-aluno e aluno-professor. O que demonstra que, para aplicar a metodologia, basta usar o que já está disponível, para poupar tempo na execução tanto da aplicação experimental quanto de forma definitiva.

Foi notado que área que mais destacou-se foi a de mecânica, tratando desde a compreensão dos gráficos de cinemática, passando por dinâmica, conservação da energia, até a mecânica dos fluidos, termodinâmica e a aplicação da física em painéis solares.

Um ponto de fragilidade observado foi a rejeição do papel de ente ativo por parte dos alunos, pois a autonomia na apropriação do conhecimento requer certo nível de responsabilidade. A adesão à metodologia de SAI não exclui necessariamente o método já vigente, podendo ambas serem utilizadas de forma combinada.

As limitações presentes em grande parte dos estudos destacam a necessidade de pesquisas com metodologias mais elaboradas, haja vista o baixo número de participantes, a aplicação da metodologia limitada aos períodos iniciais dos cursos, além da presença de viés de seleção em um dos estudos. Apesar disso, não há descrédito das pesquisas, pois estas podem ser aprimoradas e nortear novos testes.

REFERÊNCIAS

- AŞIKSOY, Gülsüm. ÖZDAMLI, Fezile. Flipped Classroom adapted to the ARCS Model of Motivation and applied to a Physics Course. **Eurasia Journal Of Mathematics, Science And Technology Education**, Ancara, v. 12, n. 6, p. 1589-1603, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.12973/eurasia.2016.1251a>. Acesso em: 02 mai 2021.
- AŞIKSOY, Gülsüm. SORAKIN, Yasemin. The effects of clicker-aided flipped classroom model on learning achievement, Physics anxiety and students' perceptions. **International Online Journal of Education and Teaching**, Ancara, v. 5, n. 6, p. 334-346. Disponível em: <http://iojet.org/index.php/IOJET/article/view/389/238>. Acesso em: 02 mai 2021.
- BAWANEH, Ali Khaled; MOUMENE, Ahmed Boudjema Hamida. Flipping the Classroom for Optimizing Undergraduate Students' Motivation and Understanding of Medical Physics Concepts. **Eurasia Journal Of Mathematics, Science And Technology Education**, Dammam, v. 16, n. 11, p. 1899-1914, 7 out. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.29333/ejmste/8561>. Acesso em: 02 mai 2021.
- BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de Aula Invertida: Uma Metodologia Ativa de Aprendizagem**. Tradução Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: LTC, 2018. ISBN 978-85-216-3086-9. Disponível em: <https://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2020/08/Sala-de-Aula-Invertida-Uma-metodologia-Ativa-de-Aprendizagem.pdf>. Acesso em: 03 mai 2021.
- BORGES, Juliana Rosa Alves. SARAMARGO, Guilherme. BORGES, Tatiane Daby de Fátima Faria. DIAS, Raquel Faria. O pensamento de Skinner e o processo de ensino-aprendizagem da matemática. **Cadernos da FUCAMP**, v. 19, n. 39, p. 130-148, 2020. Disponível em: <http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/cadernos/article/view/2173/1345>. Acesso em: 19 jun 2021.
- CAGANDE, Jeffrey Lloyd L. JUGAR, Richard R. The flipped classroom and college physics students' motivation and understanding of kinematics graphs. **Issues in Educational Research**. [S.L.], v. 28, n. 2, p. 288-307, 2018. Disponível em: <http://www.iier.org.au/iier28/cagande.pdf>. Acesso em: 02 mai 2021.
- CONFORTIN, Carolina Krupp Consul. IGNÁCIO, Patrícia. COSTA, Rosângela Menegotto. Uma aplicação da sala de aula invertida no ensino de física para a Educação Básica. **Revista Educar Mais**, Pelotas, v. 2, n. 1, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/1231>. Acesso em: 17 jul 2021.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz na Terra, 1987.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**. Rio de Janeiro: Paz na Terra, 1996.
- HARRISON, David J.; SAITO, Laurel; MARKEE, Nancy; HERZOG, Serge. Assessing the effectiveness of a hybrid-flipped model of learning on fluid mechanics instruction:

overall course performance, homework, and far- and near-transfer of learning.

European Journal Of Engineering Education, [S.L.], v. 42, n. 6, p. 712-728, 2016.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2016.1218826>. Acesso em: 02 mai 2021.

HERRADA, Rosario I.; BAÑOS, Raúl; ALCAYDE, Alfredo. Student Response Systems: a multidisciplinary analysis using visual analytics. **Education Sciences**, [S.L.], v. 10, n. 12, p. 348-370, 2020. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.3390/educsci10120348>. Acesso em: 02 mai 2021.

LACANALLO, L. F et al. Métodos de ensino e de aprendizagem: uma análise histórica e educacional do trabalho didático. **VII Jornada do HISTEDBR O trabalho didático na história da educação**. Campo Grande, 17 a 19 de setembro de 2007. Disponível em: <https://docplayer.com.br/23494372-Metodos-de-ensino-e-de-aprendizagem-uma-analise-historica-e-educacional-do-trabalho-didatico.html>. Acesso em: 23 jun 2021.

MARQUESIN, Denise Filomena Bagne. BENEVIDES, Cláudio Roberto. Avaliação da aprendizagem no ensino superior: reflexões sobre a “cola”. **Revista de Educação**, Londrina, v. 14, n. 18, p. 9-18, 2011. Disponível em:

<http://www.pgsskroton.com.br/seer/index.php/educ/article/viewFile/1716/1641>. Acesso em 04 jul 2021.

OLANIYI, Nkaepe E. E. Threshold concepts: designing a format for the flipped classroom as an active learning technique for crossing the threshold. **Research And Practice In Technology Enhanced Learning**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 1-15, 2020.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/s41039-020-0122-3>. Acesso em: 02 mai 2021.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de. ARAÚJO, Ives Solano. VEIT, Eliane Angela. Sala de aula invertida (*flipped classroom*): inovando as aulas de física. **Física na Escola**. São Paulo. v. 14, n. 2, p. 4-13, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/159368>. Acesso em: 11 jul 2021.

PRÄSS, Alberto Ricardo. **TEORIAS DE APRENDIZAGEM**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em:

<https://docplayer.com.br/43338453-Universidade-federal-do-rio-grande-do-sul-instituto-de-fisica-mestrado-academico-em-ensino-de-fisica-teorias-de-aprendizagem-alberto-ricardo-prass.html>. Acesso em: 03 jul 2021.

ROBINSON, Frank J. REEVES, Philip M. CAINES, Helen Louise. GRANDI, Claudia de. Using Open-Source Videos to Flip a First-Year College Physics Class. **Journal Of Science Education And Technology**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 283-293, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-020-09814-y>. Acesso em: 02 mai 2021.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, 2013. Disponível em:

https://www.ufrb.edu.br/ccaab/images/AEPE/Divulga%C3%A7%C3%A3o/LIVROS/Metodologia_do_Trabalho_Cient%C3%ADfico_-_1%C2%AA_Edi%C3%A7%C3%A3o_-_Antonio_Joaquim_Severino_-_2014.pdf. Acesso em: 18 jun 2021.

- SKINNER, B. F. Humanism and behaviorism. **The Humanist**. 1972, 32, p. 18-20.
- SOLOMON, John T. HAMILTON, Eric. VISWANATHAN, Vimal. NAYAK, Chitra R. On the Use of Brain-Based Learning Protocols in Fluid Mechanics Instruction. **Journal of STEM Education**. [S.L.], v. 21, n. 3, p. 19-27, 2020. Disponível em: <https://jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/2417/2181>. Acesso em: 02 mai 2021.
- SULLIVAN-GREEN, Laura E. MATHUR, Ravisha. FEINSTEIN, Andrew Hale. Flipping STEM Classrooms Collaboratively Across Campuses in California. **American Society for Engineering Education**. In: ASEE Annual Conference & Exposition, 2017, Columbus. Columbus: T114A-Curricular Innovations 2, 2017. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED610577.pdf>. Acesso em: 02 mai 2021.
- SUN, Jerry Chih-Yuan. WU, Yu-Ting. Analysis of learning achievement and teacher-student interactions in flipped and conventional classrooms. **Internationa Review of Research in Open and Distributed Learning**. [S.L.], v. 17, n. 1, p. 79-99, 2016. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1090880.pdf>. Acesso em: 02 mai 2021.
- SUN, Jerry Chih-Yuan; WU, Yu-Ting; LEE, Wei-I. The effect of the flipped classroom approach to OpenCourseWare instruction on students' self-regulation. **British Journal Of Educational Technology**, [S.L.], v. 48, n. 3, p. 713-729, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/bjet.12444>. Acesso em: 02 mai 2021.
- TORÍO, Herena. Teaching as coaching: experiences with a video-baed flipped classroom combined with project-based approach in technology and physics higher education. **Journal Of Technology And Science Education**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 404-419, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3926/jotse.554>. Acesso em: 02 mai 2021.
- VALENTE, José Armando. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, Campinas, n. 4, p. 79-97, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.38645>. Acesso em: 11 jul 2021.
- WEBSTER, Donald R. MAJERICH, David M. MADDEN, Amanda G. Flippin' Fluid Mechanics - Comparison Using Two Groups. **Advances in Engineering Education**. Atlanta, v. 5, n. 16, 2016. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1122010.pdf>. Acesso em: 02 mai 2021.
- YE, S.H.; HSIAO, T.Y.; SUN, C.T. Using commercial video games in flipped classrooms to support physical concept construction. **Journal Of Computer Assisted Learning**, Hsinchu, v. 34, n. 5, p. 602-614, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/jcal.12267>. Acesso em: 02 mai 2021.