UMA REVISÃO SISTÊMICA DE LITERATURA SOBRE O ENSINO DE FÍSICA NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

A SYSTEMIC REVIEW OF LITERATURE ON TEACHING PHYSICS IN CIVIL ENGINEERING COURSES

Frederico Rozendo da Silva
Universidade Federal do Ceará, UFCE
Fortaleza, CE, Brasil
fredrozendo@hotmail.com

Resumo. O presente trabalho buscou investigar por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), pesquisas que discutissem o uso de novas metodologias, atividades experimentais bem como, a adaptação do ensino de Física no contexto da Pandemia da Covid – 19, nos cursos de graduação em Engenharia Civil. O objetivo foi investigar as contribuições e limitações no ensino de Física através do levantamento e da análise dos artigos selecionados foi realizado um levantamento sobre as metodologias empregadas no ensino, os recursos utilizados pelos autores, bem como as dificuldades encontradas pelos professores e pesquisadores nas mais diversas regiões onde os estudos foram realizados. Assim, foi realizada a revisão sistemática em periódicos de alto impacto na área de ensino de Física. Foram usadas bases de dados como Google Acadêmico, o Scielo Brasil, os Periódicos Capes, e o RENOTE, entre os anos de 2017 e 2022 (últimos 5 anos). Inicialmente encontrou-se 11 estudos que após aplicação dos critérios de inclusão, exclusão e qualidade, reduziu-se para apenas nove e que fazem parte das fontes de pesquisas respondendo aos questionamentos desta RSL. As pesquisas permitem perceber que a utilização das metodologias ativas e dos aparatos experimentais contribuem de forma positiva para a aprendizagem dos estudantes da Engenharia Civil, principalmente quando analisamos o contexto de uma pandemia mundial, onde professores e alunos tiveram que lidar com mudanças relevantes no planejamento das atividades e na dinâmica de ensino.

Palavras-chaves: Ensino de Física. Engenharia Civil. Metodologias.

Abstract. The present work sought to investigate, through a Systematic Literature Review (SLR), research that discussed the use of new methodologies, experimental activities, as well as the adaptation of the teaching of Physics in the context of the Covid-19 Pandemic, in the graduation in Engineering Civil. The objective was to investigate the contributions and limitations in the teaching of Physics through the survey and analysis of the selected articles, a survey was carried out on the methodologies used in teaching, the resources used by the authors, as well as the difficulties encountered by teachers and researchers in the most different regions where the studies were carried out. Thus, a systematic review was carried out in high impact journals in the area of Physics teaching. Databases such as Google Scholar, Scielo Brasil, Periódicos Capes, and RENOTE were used, between the years 2017 and 2022 (last 5 years). Initially, 11 studies were found which, after applying the inclusion, exclusion and quality criteria, were reduced to only nine and which are part of the research sources responding to the questions of this RSL. The research allows us to see that the use of active methodologies and experimental apparatus contributes positively to the learning of Civil Engineering students, especially when we analyze the context of a global pandemic, where teachers and students had to deal with relevant changes in the planning of activities and teaching dynamics.

Keywords: Physics Teaching. Civil Engineering. Covid-19.

INTRODUÇÃO

A Física é a ciência que estuda a natureza e seus fenômenos. Buscando compreender os comportamentos naturais e gerais do mundo em nossa volta, analisando suas propriedades, descrevendo e explicando a maior parte de suas consequências. Enquanto, a Engenharia Civil lida com a construção e manutenção do ambiente físico, construindo obras como canais, barragens, estradas, pontes e edifícios.

Esta ciência esta interligada com a engenharia por ser uma disciplina usada como ferramenta de trabalho do engenheiro. Se divide em dois tipos de ciência, a básica e a aplicada, pode ser observada no cálculo da força aplicada nas vigas, a pressão de fluidos em condutos, resistências mecânicas, nas ciências dos materiais e etc.

Quando analisamos a Resolução N°1, de 26 de março de 2021, percebemos que todas as habilitações do curso de Engenharia devem contemplar, dentre outros conteúdos básicos, a Física. Além de prever atividades práticas e de laboratório de forma indispensável para as disciplinas de Física, Química e Informática (BRASIL, 2021). Na Portaria Normativa N° 742, de 2 de agosto de 2018, encontramos uma orientação acerca da carga horária máxima de atividades presenciais em cursos EAD que é de 30%, e é baseado nestes documentos que as nossas atividades foram desenvolvidas (BRASIL, 2018).

Por ser, uma das bases de toda engenharia e tecnologia, o engenheiro deve primeiro entender os princípios básicos nele envolvidos. Durante o estudo o aluno deve questionar, aprender a fazer perguntas, analisar e para retirar suas conclusões dos resultados obtidos. Além de acompanhar e projetar as etapas de uma construção, estudando as características do solo, dos materiais e do meio ambiente (HALLYDAY; RESNICK; WALKER, 2013).

Entretanto, professores de Física, ao lecionarem nos mais diversos cursos de graduação como, Engenharias, cursos da área da Saúde, Licenciaturas, deparam-se com várias situações desafiadoras, dentre as quais pode-se citar a dificuldade em encontrar material de apoio, tais como, livros, artigos e guias experimentais específicos para os cursos e, ainda ementas que contém vários tópicos que não condizem com a carga horária disponibilizada na disciplina (RIHS; DICKMAN; LEITE, 2022).

Esta Ciência, (Ensino da Física), estuda o movimento, os sólidos, os fluidos, os gases, o calor, o som, a luz, a eletricidade, o magnetismo, a relatividade, a estrutura atômica. Para o engenheiro civil é fundamental ter uma noção das grandezas com que lida. Essas noções são fundamentais para quantificar as variáveis envolvidas nos problemas a resolver. Áreas como a acústica, o plasma, a astrofísica, a Física nuclear e o desenvolvimento de materiais, entre outras, são áreas de aplicação direta da Física (ANDRADE, 2013).

Diante do exposto, busca-se compreender como a Física vem sendo utilizada no ensino da Engenharia nas universidades brasileiras, levantando os seguintes questionamentos: QP1- Quais as metodologias estão sendo aplicadas no ensino de física na engenharia civil? QP2 - Como a experimentação está sendo aplicada no ensino de física na engenharia civil? QP3 - Quais as vantagens e desvantagens de usar novas metodologias no ensino, de acordo com os autores? QS4 - Quais os conceitos de física estão sendo contemplados com uso das metodologias ativas e a experimentação com matérias alternativos? QS5 - Quais as metodologias ativas mais utilizadas no ensino de física na engenharia civil? QS6 - Quais as mudanças relacionadas ao ensino de física na engenharia civil foram percebidas segundo os autores na época da pandemia?

Considerando a importância da temática e tendo em vista responder às perguntas de pesquisa deste estudo, notou-se a necessidade de realizar uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) dos trabalhos com publicação em bases de dados digitais. Sendo assim, o objetivo geral desta RSL, foi investigar as contribuições e limitações no ensino de Física através do levantamento e da análise dos artigos selecionados. Foi realizado um levantamento sobre as metodologias empregadas no ensino. Como objetivos específicos, pretende-se realizar um levantamento quantitativo sobre as metodologias empregadas no ensino, e elencar as mudanças atreladas ao ensino da Física.

Para se obter os estudos da RSL, foram utilizadas bases de dados como o Google Acadêmico, o Scielo Brasil, os Periódicos Capes e o RENOTE. O estudo limitou-se a pesquisas publicadas entre os anos de 2017 e 2022, buscando vislumbrar o cenário de utilização.

O desenvolvimento deste estudo é justificado pela importância do conhecimento que se coloca muitas vezes entre o saber e aprender teoricamente, e as representações do comportamento da natureza através de uma estrutura, ou se trata apenas de poder compreender os conceitos tratados nas disciplinas de Física uma importante ferramenta que pode contribuir com o processo de ensino e aprendizagem (PIETROCOLA, 2022).

Não é de hoje que o processo de ensino e aprendizagem de física na engenharia civil passa por diversas dificuldades e transformações, o perfil da sociedade mudou, a velocidade com que as informações circulam é absurda, e o ambiente da graduação tem encontrado dificuldades em acompanhar essas mudanças. É possível que o ensino de física na engenharia civil se torne mais atrativo, atual e seja capaz de fornecer ao aluno ferramentas e habilidades que o torne apto a desenvolver suas atividades de forma mais consciente e eficaz.

Pretende-se com essa revisão sistemática da literatura, possibilitar reflexões acerca do ensino de física na graduação de engenharia civil, bem como trabalhos que fazem uso das metodologias ativas e da experimentação com o intuito de dinamizar e tornar mais atrativas as aulas de física, com um foco principal nos conteúdos de física voltados para a Engenharia Civil. Tendo ciência que os novos rumos da profissão de engenheiro frente a evolução da era digital, através do trabalho desenvolvido pelos professores e alunos, precisam adaptar-se às novas tecnologias da informação e comunicação as suas principais atribuições, como forma de facilitar e melhorar suas ações e consequentemente acompanhar os desafios postos pela sociedade contemporânea na condução das aulas.

O que nos serve de inspiração para a realização deste trabalho, é a busca de informações, metodologias e técnicas que aliadas aos experimentos de baixo custo possam facilitar e tornar mais dinâmico o aprendizado dos alunos dos cursos de engenharia e, a fim de proporcionar uma educação baseada na nova linguagem na qual estes alunos estão inseridos, este projeto propõe o estudo e a pesquisa de aplicação da utilização de tecnologias contemporâneas e de metodologias ativas no ensino de física como uma alternativa de ensino para os estudantes da atualidade, visto que o acesso à informação, a necessidade de vivenciar na prática os conceitos teóricos ensinados nas escolas requer o uso de práticas inovadoras que visem um processo de ensino-aprendizagem motivador, dinâmico e desafiador, proporcionando uma aprendizagem significativa.

A organização desta RSL distribui-se em cinco seções. Além desta introdução que contextualiza o trabalho, a segunda seção apresenta a fundamentação por trás deste estudo e a terceira parte é a metodologia usada nesta revisão. A quarta, relata os resultados e discussões sobre o ensino da Física na Engenharia Civil e, por fim, na seção cinco, são apresentadas as considerações finais e as perspectivas de pesquisas futuras.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A educação deve ser sinónimo de qualidade, sendo um instrumento que sinaliza a construção do conhecimento. Contudo, contém o aspecto formal, instrumental e metodológico oferecido pelas instituições públicas e privadas. Tornando um sujeito histórico, crítico e criativo, para a humanização da realidade do cidadão (DEMO, 2003).

A disciplina "Física" faz parte integrante e obrigatória do currículo básico do Ensino da Engenharia Civil, normalmente presente nas disciplinas de Física I, II e III, e, portanto, exige um profissional preparado e devidamente habilitado para exercer sua docência. Os licenciados em Física vêm, gradativamente, ocupando os espaços existentes no Ensino de Física no meio acadêmico.

O seu ensino "abrange desde uma macroescala, como os projetos de mineração, comanditeis, indústria de construção, entre outros, passa por uma microescala envolvendo microssistemas e microeletrônica, chegando atualmente a uma nanoescala envolvendo as nanoestruturas onde as fronteiras tecnológicas são imperativas, exigindo alta capacidade e criatividade" (MASSON, et al, 2003).

Por ser, a Física o alicerce das últimas revoluções tecnológico-industriais modernas. A primeira revolução foi a Termodinâmica; a segunda, o Eletromagnetismo; e uma terceira, a Física Quântica. No Brasil, os currículos de física são aplicáveis desde o ensino médio até meio acadêmico.

A Física é um dos ramos da Ciência que encontra áreas de intersecção com outros ângulos. O curso procura instrumentalizar seu egresso para que, mesmo depois de formado, tenha a capacidade de superar suas necessidades de atualização. A participação interativa do aluno no processo de ensino-aprendizagem tem sido enfatizada.

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolve, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas (BRASIL, 2002a)

É importante ressaltar que o ensino da física está fundamentado na Resolução CNE/CP 01, de 18/02/2002 e nos pareceres CNE/CP 9/2001 e 27/2001, respectivamente de 08/05/2001 e 02/10/2001, os quais instituem as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior. Também norteia, este projeto, a Resolução CNE/CP 2, de 19/02/2002, que institui a duração e a carga horária dos cursos de bacharelados, de graduação plena e, finalmente, na Parecer CNE/CES 1304/2001 de 06/11/2001, que estabelece as diretrizes curriculares nacionais para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Física no escopo das Engenharias (BRASIL, 2018).

METODOLOGIA

O método utilizado nesta pesquisa foi uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), seguindo as etapas descritas e sugeridas no estudo de Sampaio e Mancini (2007), a qual cita-se: definição da pergunta científica, identificação das bases de dados, definição das estratégias e palavras-chaves de busca, estabelecer critérios para a seleção dos artigos, analisar e avaliar os estudos, apresentar a conclusão da RSL. Assim, apresenta-se a seguinte estruturação das etapas desta RSL:

3.1 Questões de pesquisa

Esta pesquisa objetiva realizar uma seleção de estudos relacionados as metodologias do ensino da física no meio acadêmico da Engenharia Civil. Quais as metodologias mais utilizadas no meio acadêmico para o ensino da Física? As questões de pesquisa estão baseadas na questão central e no objetivo da RSL e foram divididas em primárias e secundárias.

QP1 - Quais as metodologias estão sendo aplicadas no ensino de física na Engenharia Civil?

QP2 - Como a experimentação está sendo aplicada no ensino de física na Engenharia Civil?

QP3 - Quais as vantagens e desvantagens de usar novas metodologias no ensino, de acordo com os autores?

QS1 - Quais os conceitos de física estão sendo comtemplados com uso das metodologias ativas e a experimentação com matérias alternativas?

QS2 - Quais as metodologias ativas mais utilizadas no ensino de física na Engenharia Civil?

QS3 - Quais as mudanças relacionadas ao ensino de física na Engenharia Civil foram percebidas segundo os autores na época da pandemia?

3.2 Identificação de base de dados

Esta RSL teve como base de dados os estudos completos publicados em língua portuguesa dentre os anos de 2017 e 2022 nas plataformas descritas no quadro 1, com foco nos estudos envolvendo o ensino da Física.

Tabela 01. Plataformas das bases de dados.

PLATAFORMAS	LINKS
Google Acadêmico	https://scholar.google.com.br/?hl=pt
Periódicos Capes	https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php?
RENOTE	https://seer.ufrgs.br/renote
Scielo Brasil	https://www.scielo.br/?lng=pt

Fonte: Elaboração própria dos autores

3.3 Estratégias e palavras-chaves de busca

Todas as plataformas foram acessadas e na aba de busca foram digitadas as palavras-chaves "Metodologias ativas", "engenharia civil" OR "ensino de física" AND "engenharia civil", usando o operador AND, OR ou E, selecionando artigos científicos devidamente completos escritos na língua vernácula nacional (português), e sejam gratuitos.

3.4 Critérios para seleção dos artigos

O quadro 2, mostra os critérios de inclusão, exclusão e qualidade que foram previamente estabelecidos para a seleção dos artigos.

Tabela 02. Critérios para seleção dos artigos

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	1. Estudos disponíveis na forma de artigos completos TCC's, dissertações ou teses; 2. Estudos em língua portuguesa; 3. Estudos entre os anos de 2017 e 2022; 4. Estudos que abordam o ensino de física na Engenharia Civil.
CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	1. Estudos que não atendam aos critérios de inclusão; 2. Estudos que abordam o ensino de física em outras áreas do conhecimento; 3. Estudos anteriores a 2017.
CRITÉRIOS DE QUALIDADE **Sim - 1,0 ponto** **Parcialmente - 0,5 pontos** **Não - 0,0 ponto** **Pontuação máxima: 3,0**	1. Os estudos têm seus objetivos claros em usar as metodologias de ensino da Física? 2. Os estudos têm suas metodologias bem especificadas e são replicáveis? 3. Os estudos possuem resultados concretos, quanto ao uso da sua aplicabilidade na Engenharia Civil?

Fonte: Elaboração própria dos autores

Os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados ao ler o tema e o resumo dos trabalhos. Quanto à aplicação dos critérios de qualidade, os autores leram os documentos selecionados que sobraram após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão e para cada pergunta pontuou-se as respostas em 1,0 (para sim), 0,5 (para parcialmente) e 0,0 (para não). A seleção ocorreu quando os artigos obtiveram pontuação acima de 1,5 no total de 3,0, e teve como fundamentação a escala Likert (1932).

3.5 Análise e avaliação dos estudos

As análises dos estudos foram feitas com uso da plataforma Parsif.al (https://parsif.al), ferramenta on-line projetada para auxiliar os pesquisadores na condução de revisões de literatura. Obedecendo os pontos apresentados anteriormente e após a seleção dos artigos finais, houve uma exploração mais contundente dos estudos através das leituras dos resumos, metodologias e resultados.

Na plataforma Parsif.al, define-se primeiramente o tema da RSL, os objetivos, as perguntas de pesquisa, palavras-chave, bibliotecas digitais e critérios de inclusão, exclusão e qualidade. Em seguida, usa-se a cadeia de pesquisa e importa-se todos os estudos, no formato Paste BibTex content, encontrados nas bibliotecas digitais. Por fim, aplicam-se os critérios de inclusão, exclusão e qualidade para se chegar no resultado final, quanto à seleção de estudos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de busca dos estudos aconteceu em duas etapas, a primeira refere-se aos resultados da condução da pesquisa até os critérios de inclusão e exclusão e a segunda refere-se à aplicação dos critérios de qualidade.

Resultados da etapa 1

A primeira etapa consistiu na busca nas bases de dados onde identificou-se 1.593 publicações, divididas em 1.450 no Google Acadêmico, 143 nos Periódicos Capes e zero nas plataformas Scielo Brasil e RENOTE. Ao limitar a pesquisa aos anos de 2017 e 2022 reduziu-se para 1.246 publicações, escolhendo a língua portuguesa como padrão, diminuiu para 1.192 publicações e filtrando com somente artigos o número foi reduzido para 35 publicações. Empregando os

critérios de inclusão e exclusão, sobraram apenas 9 publicações. O gráfico 1, a seguir, mostra os resultados encontrados com os refinamentos obtidos nas bases de dados.

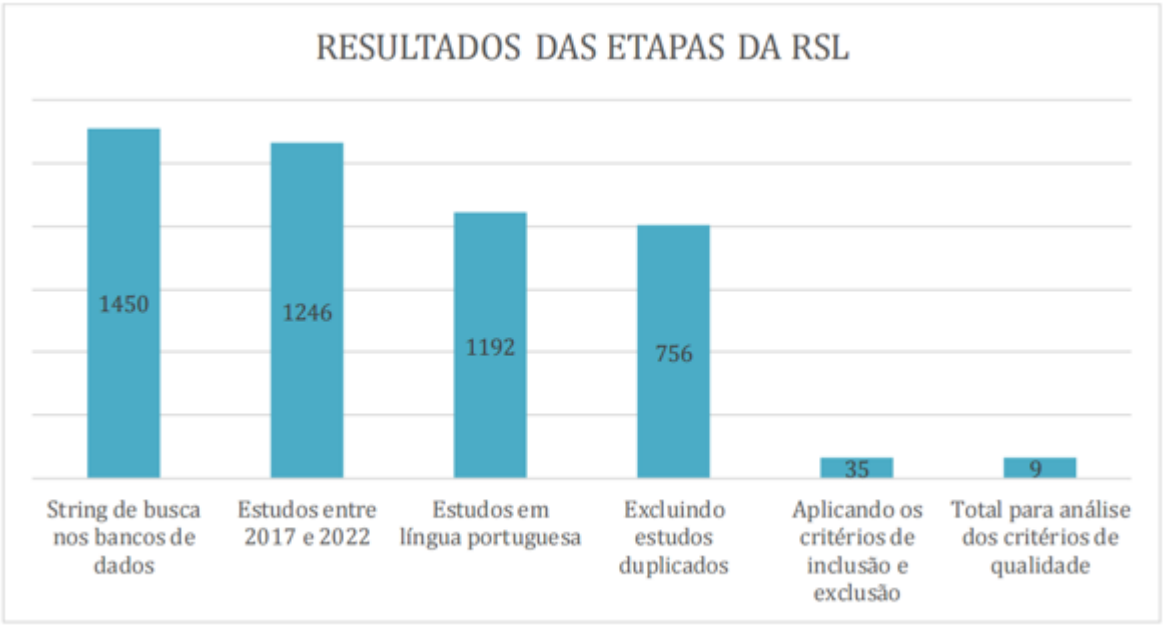

Figura 01. Resultados iniciais da RSL. Fonte: Elaboração própria dos autores

Resultados da etapa 2

A segunda etapa desta RSL consistiu em aplicar os critérios de qualidade atribuindo nota 0 quando não respondesse à pergunta, nota 0,5 quando respondesse parcialmente e nota 1 quando respondesse sim, sendo nota mínima zero e máxima 3,0. Foram lidos os resumos, a metodologia e os resultados encontrados em cada estudo e os estudos que atingiram nota acima de 1,5 foram selecionados para esta revisão. O gráfico 1 mostra os resultados iniciais quanto a aplicação dos critérios de qualidade.

O quadro 3 mostra os temas de cada estudo analisado neste critério com suas respectivas notas. Os estudos E02 e E09(negrito) não atingiram a nota mínima e foram excluídos. Os pares de estudos E03 e E04, E01 e E08, E06 e E07, foram realizados pelos mesmos pesquisadores e com as mesmas temáticas, logo, optou-se em escolher aqueles que possuíam maior quantidade de informações possíveis que ajudassem a responder aos questionamentos desta RSL, sendo assim, excluiu-se os estudos E02 e E09 (sublinhado). O QR-CODE ao final da linha de cada estudo dá acesso à página da internet onde estão todos os dados complementares, como tema, autor(es), ano, tipo, dentre outras informações.

Após esta análise, restaram 09 estudos finais e que foram responsáveis por coletar todas as informações necessárias para responder as questões desta RSL.

Tabela 03. Estudos após analisados os critérios de qualidade.

ESTUDO	TEMA	NOTA	QR CODE
E01	ATIVIDADES INVESTIGATIVAS E O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES E COMPETÊNCIAS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO CURSO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	2,5	
E02	**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA SOBRE ÓPTICA GEOMÉTRICA APOIADA POR VÍDEOS, APLICATIVOS E JOGOS PARA SMARTPHONES**	0,0	
E03	METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA: UM PANORAMA DA PESQUISA *STRICTO SENSU* BRASILEIRA	2,0	
E04	INOVANDO A ENSINAGEM DE FÍSICA COM METODOLOGIAS ATIVAS*.	2,5	
E05	UMA REFLEXÃO SOBRE O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA (TDIC)	2,0	
E06	ENSAIOS DE DEMONSTRAÇÃO EM LABORATÓRIOS DE ENGENHARIA E O APRENDIZADO DA FÍSICA	3,0	
E07	ENSINO DE ELETROSTÁTICA UTILIZANDO APRENDIZAGEM BASEADA POR PROBLEMAS	2,5	
E08	UM OLHAR EPISTEMOLOGICO PARA A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	1,0	
E09	**SALA DE AULA INVERTIDA INOVANDO AS AULAS DE FÍSICA**	0,0	
E10	ESTUDO DAS PERCEPÇÕES DE DOCENTES E DISCENTES SOBRE A APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS EM DISCIPLINAS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL	3,0	
E11	ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA REMOTA DE FÍSICA 1 NA UFRJ DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19 EM 2020	3.0	

Fonte: Elaboração própria dos autores

Análise qualitativa e quantitativa dos estudos

A análise quantitativa dos dados foi orientada por três questões secundárias relatadas na metodologia deste trabalho e que buscavam identificar os conceitos de Ensino de Física no meio acadêmico da engenharia civil, A seguir temos as questões secundárias e suas respectivas soluções.

QP1 - Quais as metodologias estão sendo aplicadas no ensino de física na Engenharia Civil?

Dentro dessa perspectiva, o professor tem ao seu dispor várias possibilidades para o desenvolvimento de metodologias: aprendizagem baseada em problemas, simulações, aula de laboratório, aula invertida, ensino por projetos, entre outras (FREIRE, 2015).

Os autores Schwarz e Gwekwerere apud Villagrá (2017) destacam seis tipos de unidades didáticas investigativas ou aprendizagem baseada por problemas:

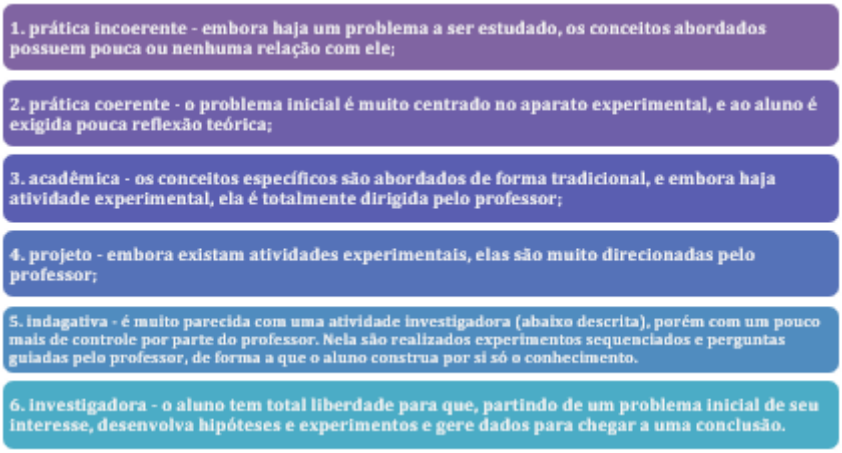

Figura 02. Unidades didáticas investigativas para o aprendizado
Fonte: Adaptado dos autores Schwarz e Gwekwerere apud Villagrá (2017)

Estas unidades didáticas podem auxiliar o professor para instigar ao aluno a aprendizagem, além de desenvolver suas competências e habilidades.

Perrenoud (2000) apresenta, em dez grandes grupos, uma síntese dessas competências e habilidades, a saber: organizar e dirigir situações de aprendizagem; administrar a progressão das aprendizagens; conceber e fazer evoluir os dispositivos de diferenciação; envolver os alunos em suas aprendizagens e em seu trabalho; trabalhar em equipe; participar da administração; utilizar novas tecnologias; enfrentar os deveres e os dilemas éticos da profissão; administrar sua própria formação contínua.

Segundo observa-se no estudo de Paiva et al. (2016), uma tendência que é percebida no século XXI é o de deslocamento do enfoque individualista da educação para um enfoque social, na qual necessidades como a de aprender a fazer, aprender a conhecer, aprender a conviver bem como o aprender a ser, são elementos complementares quando o objetivo é um processo ativo de aprendizagem. As metodologias ativas tem o poder de colocar o aluno no papel de protagonista da sua própria aprendizagem. Para que isso ocorra faz-se necessario focar a atenção de todos os participantes do processo de aprendizagem para os sete princípios das metodologias ativas que são: i) aluno como protagonista; ii) autonomia; iii) reflexão; iv) problematização da realidade; v) trabalho em equipe; vi) perspectiva de inovação; vii) professor na função de mediador, facilitador e ativador.

No artigo E1 tem-se atividades investigativas Aula invertida E3, E4; Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) E5, E10 e E11; Aulas de Laboratório E6 e E8 e Aprendizagem Baseada por Problemas (ABP) E7 e E8. O Gráfico 2, a seguir, apresenta os conceitos que foram trabalhados nos estudos e o quantitativo respectivo aos artigos científicos.

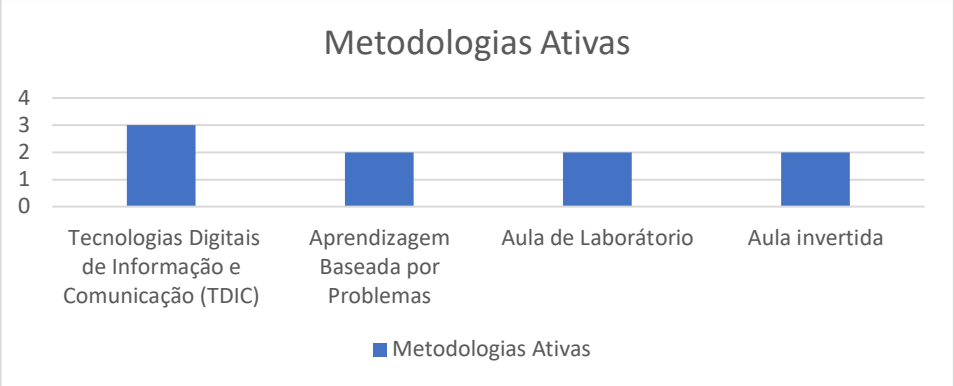

Figura 03. Metodologias abordadas na pesquisa
Fonte: Elaboração própria dos autores

Destacadas que as metodologias ativas Mitre et al. (2008, p. 2135) afirmam que "as metodologias ativas estão alicerçadas em um princípio teórico significativo: a autonomia […]. A educação contemporânea deve pressupor um discente capaz de auto gerenciar ou autogovernar seu processo de formação".

Rosa & Kalhil realizaram uma pesquisa entre os anos de 2009 e 2019, abordando o uso de metodologias ativas no ensino de física, para isso se utilizaram de teses e dissertações que tinham como tema principal o assunto citado. Foram identificados 26 trabalhos (22 dissertações e 4 teses), onde destaca-se os seguintes pontos:

- Das 22 dissertações, 15 eram de mestrados profissionais.
- Os autores perceberam um crescimento considerável nas pesquisas em relação ao tema a partir do ano de 2016.
- A metodologia que teve destaque na escolha dos pesquisadores foi a Peer Instruction.
- A concentração das pesquisas se deu nas regiões Sudeste e Sul.

Como resultado da aplicação dessas metodologias os autores apontaram algumas conclusões que serão citadas agora: a importância do desenvolvimento de propostas inovadoras, abordagens e estratégias para a melhoria da qualidade da educação, mas destaca que essas mudanças não podem ser analisadas de forma isolada; a aplicação dessas metodologias e utilização das tecnologias digitais contribuem para a diminuição da evasão escolar; dentre os trabalhos selecionados, cerca de 30% utilizaram como elemento principal da estratégia as TDICs evidenciando o processo irreversível que está em desenvolvimento se diversificando a cada dia (ROSA & KALHIL, 2019).

QP2 – Como a experimentação está sendo aplicada no ensino de física na engenharia civil?

Segundo Massoni (2014, p. 27): "Informações mais ricas e detalhadas de modos de raciocínio, sobre certas concepções que os estudantes mantêm a respeito da natureza da ciência e, perceber algumas lacunas de aprendizagem ou certos problemas de compreensão conceitual que demandam maior atenção."

A análise desta questão mostrou que, apesar dos estudos citarem o Ensino da Física na sua escrita, nem todos o utilizaram de fato ou não deixaram claro quais as ferramentas são usadas na Engenharia Civil.

Contudo abordam as disciplinas e suas ramificações: Na Física Geral I é contemplada a mecânica da partícula e do corpo rígido, e são apresentadas noções de osciladores e de gravitação em 60 (sessenta) horas. Com a mesma carga horária, na Física Geral II vê-se a Termodinâmica, algumas noções de elasticidade e resistência dos materiais, de Mecânica dos Fluidos – Hidrostática e Hidrodinâmica, de ondas em meios elásticos, e da Teoria da Relatividade Restrita. Na Física Geral III, com 90 (noventa) horas de aula, são apresentadas a eletrostática, os circuitos elétricos simples, o Magnetismo, o Eletromagnetismo, e noções de Física Quântica e da Física Nuclear.

Os estudos E01, E2, E3, E4, E5, E7, E9 e E11 não mencionam quais conceitos associados à Engenharia Civil foram trabalhados, enquanto os estudos E6 e E10 citam apenas um tipo de assunto trabalhado durante a pesquisa.

A prática experimental no ensino de física ocupa lugar de destaque já que a física é também uma ciência experimental. "No ensino de ciências a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitem a contextualização e o estimulo de questionamentos e investigações" (Guimarães, 2009).

QP3 – Quais as vantagens e desvantagens de usar novas metodologias no ensino, de acordo com os autores?

Todos foram unanimes em mencionar que as vantagens nas adaptações são as modificações da realidade do século XXI. Berbel (2011, p. 28) afirma que "o professor deve adotar a perspectiva do aluno, deve acolher seus pensamentos, sentimentos e ações, sempre que manifestados, e apoiar o seu desenvolvimento motivacional e capacidade para autorregular-se"

E que a qualidade de ensino é inseparável das características econômicas, socioculturais e psicológicas da clientela atendida. Só podemos falar em qualidade em relação a algo: coisas, processos, fenômenos, pessoas, que são reais. Isso significa que programas, conteúdos, métodos, formas de organização somente adquirem qualidade – elevam a qualidade de ensino – quando são compatibilizadas com as condições reais dos alunos […]. (LIBÂNEO, 2013).

A desvantagem apontada seria a utilização das metodologias e abordagens tradicionais utilizadas para o ensino da disciplina já não atendem às necessidades impostas pelas mudanças radicais da sociedade, em especial, às atreladas aos avanços da informática e tecnologia. Muito enfatizada nos artigos E3, E5, E10 e E11.

Vale salientar que o sucesso na aplicação de novas metodologias de ensino está aliado ao planejamento das aulas, conhecimento da turma e identificação dos conhecimentos prévios que serviram de suporte cógnito ao que será apresentado na disciplina.

QS4 – Quais os conceitos de física estão sendo comtemplados com uso das metodologias ativas e a experimentação com matérias alternativos?

O Laboratório é uma ferramenta bem atrativa e completa conforme, Brodin (1978), destaca que o laboratório: "[...] é o elo que falta entre o mundo abstrato dos pensamentos e ideias e o mundo concreto das realidades físicas. O papel do laboratório é, portanto, o de conectar dois mundos, o da teoria e o da prática".

O ensino experimental de Física, enfatizados nos artigos E6, E7 e E8 como destacam Araújo e Abib (2003): A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos. (p.177). Os conteúdos de Física mais abordados nos trabalhos escolhidos são a Óptica e o Eletromagnetismo.

QS5 – Quais as metodologias ativas mais utilizadas no ensino de física na engenharia civil?

A Física estrutura-se conceitualmente, exigindo abstração para a construção de modelos teóricos, que serão ensinados. Tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo (BRASIL, 2002b, p. 22).

No artigo E10 é possível identificar que boa parte dos professores relatou o uso dessas técnicas, sendo a metodologia Team Based Learning (TBL) a mais mencionada, seguida pelo Project Based Learning (PBL) (RENOSTO et al., 2021).

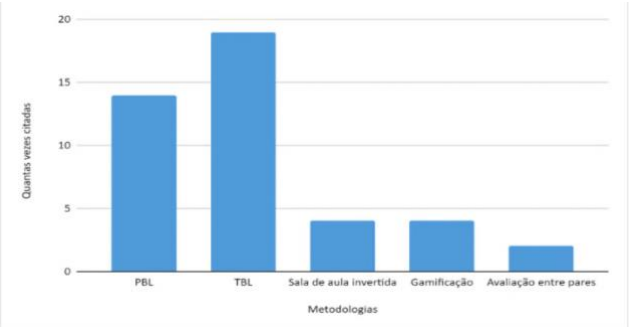

Figura 04. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem aplicadas pelos docentes na engenharia. Fonte: (RENOSTO et al., 2021)

As metodologias ativas contribuem com estratégias que permite aos alunos ocuparem um lugar de protagonismo no processo de ensino e aprendizagem, ao invés de apenas de forma passiva escutar o professor em sala de aula. Michael e Modell (2003) e Feynman (2008) destacam que a aprendizagem ativa acontece quando se desenvolve atividades em que os alunos podem construir, testar e discutir ideias.

QS6 – Quais as mudanças relacionadas ao ensino de física na engenharia civil foram percebidas segundo os autores na época da pandemia?

Esta temática esta destacada nos artigos E10 e E11, pois os outros não enfatizaram a pandemia de COVID-19. Contudo a metodologia abordada nessa didática de ensino já foi também abordada E5, que seria as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC).

Com a suspensão das atividades presenciais nas graduações, foi necessária a adaptação repentina tanto dos estudantes quanto das instituições de ensino, bem como dos professores que foram desafiados a manter a qualidade e o nível de aprendizado mediante o uso da internet, sobre o futuro delicado de incertezas e temores sobre o futuro (COSTA, 2020; JEONG et al., 2019; KOLHEKAR, 2021). Nesse período, a resiliência foi um conceito bastante abordado, pois a pandemia e o isolamento trouxe várias consequências na forma de como as pessoas se relacionam e evidenciou vários transtornos psicológicos como crises de ansiedade, síndrome do pânico dentre outras.

Na figura 5 temos uma lista das temáticas abordadas nas aulas de físicas e suas visualizações pelos estudantes.

Quando se fala sobre o ensino da Física as principais matérias abordas foram: Cinemática Leis de Newton, Trabalho e energia, Conservação do momento e colisões, Rotações e momento angular e Dinâmica do corpo rígido.

A pandemia de COVID-19 exigiu um processo de adequação ao ensino remoto para a conservação das atividades nas universidades intensificaram o remoto para a conservação das atividades nas universidades intensificaram os problemas já existentes e novamente colocaram em pauta a necessidade de problemas já existentes e novamente colocaram em pauta a necessidade de modernização desse sistema.

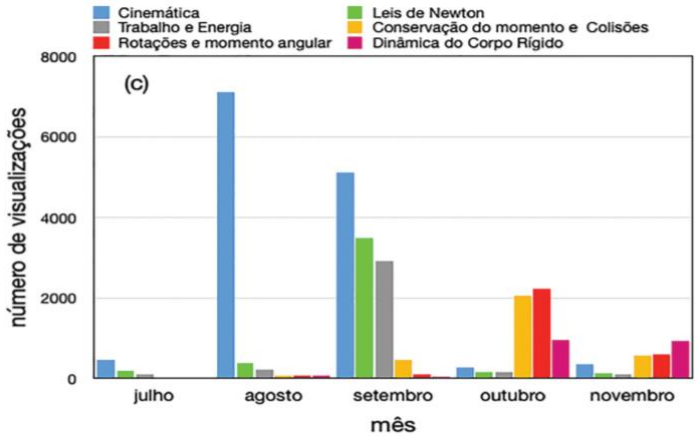

Figura 05. Número de visualizações da página da disciplina de Física
Fonte: (PAULA, 2020)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo fazer uma investigação, através de uma Revisão Sistemática da Literatura, sobre as contribuições no período pandêmico da Covid – 19, do uso das atividades experimentais para o ensino e aprendizagem em Física nos cursos de Engenharia, em que foram seguidas as etapas propostas por Sampaio e Mancini (2007). A fonte de dados utilizada nesta pesquisa foram artigos de periódicos que tenham relevância na área de ensino de Física e ensino de Ciências aplicados nas engenharias.

O Ensino de Física é uma área de conhecimento que exige a constituição de um pensamento mais complexo. É uma disciplina que possibilita muitas relações com processos e produtos, explicadas e compreendidas através de leis e princípios.

A partir da análise realizada, tendo em vista o que foi exposto e discutido nas seções anteriores, verificou-se que o uso de experimentos possui muitas potencialidades para o ensino de Física nas engenharias, do tipo motivacional e interacional, eles permitem os alunos a reverem os fenômenos físicos de forma prática, contribuindo com a compreensão dos conceitos físicos e da linguagem matemática. Além de apresentar os conteúdos de Física de forma mais contextualizada e com mais significados para os alunos. Considerando os pontos positivos que foram apontados nesta revisão a respeito do uso de experimentos nas aulas de Física nas engenharias, sugere-se o uso de experimentos, visto que os mesmos podem contribuir com a aprendizagem dos alunos minimizando muitas das dificuldades discutidas no início deste estudo.

Pôde-se salientar que o estudo da Física em qualquer curso de engenharia é de importância crucial ao desenvolvimento técnico, científico e intelectual para a formação de profissionais capacitados e bem instruídos capazes de solucionar problemas simples e complexos do dia-a-dia. Tem-se que, as situações cotidianas trabalhadas nos artigos analisados, as atividades experimentais proporcionaram um ambiente motivador o que possibilitou uma maior participação dos alunos nas aulas. Portanto, as situações cotidianas tem impacto positivo na promoção da aprendizagem dos alunos, pois elas estimulam a participação dos mesmos nas aulas proporcionando que os conteúdos sejam vistos de forma mais contextualizada e próximo da realidade dos alunos.

Ressaltando que o processo de ensino/aprendizagem não depende exclusivamente da metodologia adotada pelo professor. Pois os fatores externos, também, determinam o caminho a ser seguido na sala de aula. É necessário um coletivo de professores organizados e articulados, para que ocorra as melhorias no ensino da Física na Engenharia Civil.

A construção desta RSL, baseada no tema e objetivo propostos, somada a continuidade desta pesquisa poderão contribuir para o meio acadêmico para complementar as lacunas que permeiam no ensino da Física.

REFERÊNCIAS

Andrade, E. M. (2010). A importância da Física na Indústria. vol.1. São Paulo: FATEC. Disponível em:< http://www.ebah.com.br/content/ABAAABHqMAE/fisica-01-aimportancia-fisica-na-industria-v-01>. Acesso em: 19 nov. 2022.

Araújo, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. (2003). Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 25, n. 2, pp. 176-194. Disponível em: <>. Epub 06 Out 2003. ISSN 1806-9126.

Berbel, N. A. N. (2011). As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011. https://doi.org/10.5433/1679-0383.2011v32n1p25

Brasil, (2018). Ministério da Educação (MEC/SEED). Base Nacional Comum Curricular. Segunda versão revista. Brasília, 2018. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2022.

Brasil. (2018). Ministério da Educação. Portaria Normativa n° 742, de 02 de Agosto de 2018, Brasília.

Brasil. (2021). Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução n° 1, de 26 de Março de 2021, Brasília.

Brasil. (2002). Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação em Engenharia. Resolução CNE/CES, de 11 de março de 2002a. Brasília: MEC/CNE/CES, 2002. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf.%3e.%20%20Acesso%20em%2006. Acesso em 06 nov. 2022.

Brodin, G. (1978). The role of the laboratory in education of industrial physicists and electrical engineers, [S.I. : s.n.].

Brum da Rosa, J. E., & Barrera Kalhil, J. (2020). Metodologias ativas no ensino de física: um panorama da pesquisa stricto sensu brasileira. Colloquium Humanarum. ISSN: 1809-8207, 16(4),121–136. Recuperado de https://journal.unoeste.br/index.php/ch/article/view/3229.

Chagas, J. F. B.; Almeida, E. F. (2019). Ensino de eletrostática utilizando aprendizagem baseada por problemas Anais IV CONAPESC. ISSN: 2525-6696 Publicado em 02 de setembro de 2019.

Costa, L. A. C. (2020). Desafios e avanços educacionais em tempos da COVID-19: a docência no Ensino Remoto em cursos de Engenharia. Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC), v. 6, e152920.

Deitos, G. M. P.; Strieder, D. M. (2019). Um olhar epistemológico para a experimentação no ensino de ciências. Olhar de Professor, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 281–288. DOI: 10.5212/OlharProfr.v.21i2.0008. Disponível em: https://revistas.uepg.br/index.php/olhardeprofessor/article/view/14190. Acesso em: 18 dez. 2022.

Demo, P. (2003). Avaliação qualitativa. 5 ed. São Paulo: Autores Associados.

Feynman. R.P; R.B. Leighton; M. Sand. (2008). Lições de Física de Feynman. Bookman.

Freire, P. (2015). Pedagogia do oprimido. 59. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Fraiha, S. et al. (2018). Atividades investigativas e o desenvolvimento de habilidades e competências: um relato de experiência no curso de Física da Universidade Federal do Pará. Revista Brasileira de Ensino de Física [online]. v. 40, n. 4 [Acessado 18 Dezembro 2022], e4403. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0052>. Epub 18 Jun 2018. ISSN 1806-9126. https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0052.

Guimarães, C. C. (2009). Experimentação no ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. Rev. Química Nova na Escola Vol. 31, N° 3, Agosto.

Hallyday, D; Resnick, R; Walker, J. (2013). Fundamentos de Física. vol. 1. Rio de Janeiro: LTC.

Jeong, J. S.; González-Gómez, D.; Cañada-Cañada, F.; Gallego-Picó, A.; Bravo, J. C. (2019). Effects of active learning methodologies on the students' emotions, self-efficacy beliefs and learning outcomes in a science distance learning course. Journal of Technology and Science Education, v. 9, n. 2, p. 217–227.

Kolhekar, M.; Shah, M.; Jadjav, A. (2021). Engaging students actively for effective teaching-learning. Journal of Engineering Education Transformations, v. 34, n. Special Issue, p. 407–416.

Libâneo, J. C. (2013). Didática. 2.ed. São Paulo: Cortez.

Likert, Rensis. (1932). A technique for the measurement of attitudes. Archives of psychology.

Masson, T. J.; et al. (2003). A importância da sólida formação básica nos cursos de Engenharia. In: Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Rio de Janeiro-RJ.

Massoni, N. T., & Moreira, M. A. (2014). Uma análise cruzada de três estudos de caso com professores de física: a influência de concepções sobre a natureza da ciência nas práticas didáticas. Ciência & Educação (Bauru), 20(3), 595-616. http://doi.org/10.1590/15167313201400030006.

Michael, J; Model, H.I. (2003). Active learning in secondary and college science classrooms: a working model for helping the learner to learn. Routledge.

Mortale. L A.; Corrallo. M. V.; Gomes, E.F. (2017). Uma Reflexão sobre o uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no Ensino de Física (TDIC). Conferência: III Simpósio Interdisciplina de Tecnologia e Educação - SIntEEm: Boituva 2017. Volume: 3 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328723523_uma_reflexao_sobre_o_uso_de_tecnologias_digitais_de_informacao_e_comunicacao_no_ensino_de_fisica_tdic/link/5db72f98299bf1a47bf9c8b8/download Acesso em: 01 de nov. 2022

Mitre, S. M. et al. (2008). Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. Ciência e saúde coletiva. Rio de Janeiro, vol.13, sup.2, pp.2133- 2144, dez. 2008. Disponível em: https://www.scielosp.org/pdf/csc/v13s2/v13s2a18 . Acessado em 12 de dez. 2022.

Paiva, M.R.F., Parente, J.R.F., Brandão, I.R., Queiroz, A.H.B. (2016). Metodologias Ativas De Ensinoaprendizagem: Revisão Integrativa. SANARE, Sobral - v.15 n.02, p. 145-153, Jun-Dez.

Paula, B. S. de et al. (2021) Elaboração e avaliação da disciplina remota de Física 1 na UFRJ durante a pandemia de Covid-19 em 2020. Revista Brasileira de Ensino de Física [online]. 2021, v. 43 [Acessado 18 Dezembro 2022], e20200518. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0518>. Epub 05 Mar 2021. ISSN 1806-9126. https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0518.

Pietrocola, M.A. (2002) Caderno Brasileiro do Ensino de Física 19, 88-108.

Rosa, J. A. (2015) O ensino de física nas engenharias: análise das contribuições do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) / Juliana Aozane da Rosa. – Ijuí. Disponível em https://www.academia.edu/33948843/ensaios_de_demonstra%c3%87%c3%83o_em_laborat%c3%93rios_de_engenharia_e_o_aprendizado_da_f%c3%8dsica. Acesso em: 18 dez. 2022.

Rosa, J.E.B.; Kalhil, J.B. (2019). Metodologias ativas no ensino de física: um panorama da pesquisa stricto sensu brasileira. Colloquium Humanarum, Presidente Prudente, v. 16, n. 4, p.121-136, out/dez 2019.

Renosto, A. F.; Antunes, L. P.; Somavilla, E. M.; Ruiz-Padillo, A. (2021). Estudo das percepções de docentes e discentes sobre a aplicação de metodologias ativas em disciplinas de graduação em Engenharia Civil. Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, Manaus, Brasil, v. 7, p. e170921. DOI: 10.31417/educitec.v7.1709. Disponível em: https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/1709. Acesso em: 18 dez. 2022.

Rihs, A. R.; Dickman, A. G.; Leite, C. (2022). Uma abordagem contextualizada da física no curso de engenharia ambiental e sanitária. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 44.

Sampaio, R. F.; Mancini, M. C. (2007). Estudos de Revisão Sistemática: Um guia para Síntese Criteriosa da Evidência Científica. Revista Brasileira de Fisioterapia, São Carlos/SP, v. 11, n 1, p. 83-89, jan/fev. ISSN 1413-3555. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbfis/v11n1/12.pdf>. Acesso em: 15 out. 2022.

Studart, N. (2021). Inovando a Ensinagem de Física com Metodologias Ativas. Revista do Professor de Física, [S. l.], v. 3, n. 3, p. 1–24. DOI: 10.26512/rpf.v3i3.28857. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/28857. Acesso em: 18 dez. 2022.

Toma, R. D.; Greca, Ileana M. ; Villagrá, J. M. (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para disear unidades didácticas usando la metodología de indagación. Revista EUREKA sobre enseanza y divulgación de las ciencias , v. 14, p. 442-457.