

MÉTODO STEAM: FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM TEMPOS DE PANDEMIA

STEAM METHOD: TEACHER TRAINING IN PANDEMIC TIMES

Renata Lacerda Caldas ¹
Cassiana Barreto Hygino Machado ²

Resumo: Este artigo apresenta os resultados de pesquisa realizada no âmbito de projeto de extensão intitulado “Capacitação de professores do ensino médio e fundamental na área de Ciências e Física”. Este prevê o desenvolvimento e aplicação de cursos bem como a elaboração de materiais didáticos para a implementação nas atividades de capacitação ofertadas do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Diante disso, o curso intitulado “Método STEAM: desafios e possibilidades para o ensino de Ciências” foi ministrado na forma online em virtude da pandemia do Covid-19, em três módulos: fundamentos teóricos, propostas didáticas STEAM e elaboração de proposta de ensino STEAM. Os resultados mostram que participantes compreenderam o uso da metodologia STEAM incentivando atividades interdisciplinares e a participação ativa do aluno.

Palavras-chave: STEAM. Formação de Professores. Física.

Abstract: This paper deals with research carried out within the scope of an extension project entitled “Training of high school and elementary school teachers in the area of Sciences and Physics”. This provides for the development and application of courses / short courses as well as the preparation of teaching materials for implementation in the training activities offered by the National Professional Master’s in Physics Teaching (MNPEF). Therefore, the course entitled “STEAM Method: challenges and possibilities for teaching Science” was taught online, based on interdisciplinarity, the method was presented in three modules. Initially, the theoretical foundations for the study were addressed. Then five STEAM didactic proposals were made available. And, the last module challenged the teacher to elaborate his teaching proposal STEAM.

Keywords: STEAM. Teacher Training. Physic.

-
- 1** Doutora em Ciências Naturais pela Universidade Estadual Darcy Ribeiro do Norte Fluminense (UENF), Mestre em Ensino de Ciências e Licenciada em Física pela Universidade de Brasília (UNB). É professora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense campus Campos Centro (IFFluminense). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0326014908040698>. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3900-3092>. E-mail: renata.caldas@iff.edu.br.
 - 2** Doutora em Ciências Naturais, Mestre em Ciências Naturais e Licenciada em Física pela Universidade. É professora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense campus São João da Barra (IFFluminense). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8140578621545833>. ORCID: <http://orcid.org/00000-0002-0126-4169>. E-mail: cassiana.h.machado@iff.edu.br.

Introdução

A formação do aluno, tanto no quesito referente ao conhecimento científico quanto ao seu dever cidadão, é prerrogativa do professor. A sociedade oferece grande variedade de informações e possibilidades de acesso a um ensino diversificado conceitual, prático e tecnologicamente. Sob essa visão há de se pensar em um aluno ativo, que pode se destacar facilmente como construtor de seu próprio conhecimento.

Contudo, tornar o aluno atuante na construção do seu próprio conhecimento é sobremaneira desafiador. Há de se pensar em métodos que incentivem essa atuação protagonista do aluno.

Se por um lado, o professor exerce o papel de formador, por outro, deve também receber formação para inserir-se nesse processo. Cientistas (CARVALHO; SASSERON, 2008; DELIZOICOV, 2001) atuando em pesquisas em formação de professores, sugerem uma série de metodologias de ensino e atividades para a formação inicial e continuada de professores, a fim de contribuir para a melhoria da prática docente.

A formação continuada é fundamental para a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem nas escolas. Contudo, além da atualização de conteúdos e práticas, é importante ressaltar que a formação continuada tem objetivos ainda mais amplos, tal como esclarece Imbernón (2010).

Segundo Marcelo Garcia (1999), a formação dos professores se dá por um processo inteiramente contínuo, desenvolvido ao longo da carreira profissional. Pontes (1998) enfatiza que a capacitação do professor vai ocorrer na participação de diversos cursos, como ele denomina, de fora para dentro. Há de se explorar cada vez mais as novas metodologias de ensino, a fim de capacitar o docente ao exercício eficaz, contextualizado, dinâmico, inovador.

Diante dessa necessidade e devido ao contexto pandêmico enfrentado pela humanidade desde março de 2020, a formação inicial e continuada vem sendo desafiada à implementação de ações com uso de novos recursos para sua continuidade.

Com auxílio das tecnologias e de metodologias ativas (MORAN, 2017) para o ensino tem-se buscado novas possibilidades para formar e capacitar docentes. Lucena (2016, p. 287) afirma que tecnologia digital na educação, “[...] potencializa a produção de saberes construídos, de forma coletiva e colaborativa, utilizando as redes sociodigitais.”

A metodologia ativa cuja sigla em inglês, STEAM, que traduzido se refere à articulação entre as áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, se apresenta como uma proposta de ensino interdisciplinar, que usa também a tecnologia para resoluções de problemas reais. Tal proposta tem foco principal auxiliar o professor em suas aulas, por meio da implementação de diversos projetos que resultem em um produto final.

Com o objetivo de analisar as contribuições da metodologia STEAM para o ensino, no contexto da formação inicial e continuada de professores, o presente trabalho apresenta os resultados de curso ministrado na forma *online*, em tempos da pandemia COVID-19.

STEAM como metodologia integradora e interdisciplinar

Inicialmente, STEM, ainda sem o “A”, surge nos anos 90, nos Estados Unidos onde era usada genericamente para designar qualquer prática que envolvesse as disciplinas citadas (BYBEE, 2010).

Artes foi incorporada ao conjunto das disciplinas anos mais tarde, pois percebeu-se a importância do pensamento criativo e habilidades de design na realização de projetos que envolvesse as disciplinas STEM (ZUBIAGA, 2014). Sobre a transformação do STEM para STEAM, com a incorporação de Artes, Zubiaga afirma que:

[...] muitos cientistas, matemáticos e engenheiros ao avaliarem suas próprias atividades veem em “certas qualidades artísticas” a chave para o sucesso, pois, depois disso, encontram de forma recorrente curiosidades subjetivas, observações mais precisas, percepção de objetos de modos diferentes e trabalho mais eficaz com outras pessoas. Em resposta a esta necessidade,

em 2006, Georgette Yakman cunhou o termo STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) como uma estrutura para a Educação através das disciplinas, um novo paradigma que coloca Ciência e Tecnologia interpretadas através Engenharia e Artes (ZUBIAGA, 2014, p. 2-tradução do autor).

Na metodologia STEAM os alunos são desafiados a planejar, exercitar a criticidade pela tentativa e erro, a colaboração e a busca de soluções para as problemáticas propostas. Isto é, os alunos colocam “a mão na massa” e aprendem fazendo. É uma maneira de propor que trabalhem em equipe na resolução de problemas envolvendo as áreas identificadas por esse conceito. Para Lima et al. (2017, p.24), “O aluno tem a oportunidade de aprender de forma autônoma ao ter a liberdade de construir protótipos e realizar outras criações”.

A prática da interdisciplinaridade trata da possibilidade de associar diferentes disciplinas em projetos de estudo, pesquisa, atividades e ações. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aponta um ensino interdisciplinar e contextualizado e que motive uma formação científica mais crítica e empreendedora (BRASIL, 2000a, p. 75).

O ensino interdisciplinar concede ao aluno a oportunidade de conectar diferentes áreas de conhecimento e, simultaneamente, favorece a uma aprendizagem significativa. Salienta-se também a possibilidade do discente em expandir sua visão quanto os fatos vivenciados em sua vida, e, com isso, adquirir um novo comportamento quanto a realidade que o cerca. Essa experimentação é fundamental, pois os alunos relacionam os fenômenos estudados, ao passo que são motivados pelas áreas científicas e tecnológicas (MIGUEL; BARRETO, 2011; HECK, 2017).

Para Zubiaga (2014), a integração das ciências, tecnologia e artes abre novas portas para desenhos de conexões curriculares, antes tidas como incompatíveis e estabelece todo um conjunto de novas possibilidades de relações entre competências e temas do currículo. As disciplinas STEAM são trabalhadas de forma conjunta, motivando ao estudante o desenvolvimento de habilidades e saberes de forma integrada, e favorecendo a aprendizagem significativa (FRIGOTTO, 1995).

Essa motivação é facilitada porque as disciplinas STEAM apresentam problemas relacionados ao cotidiano dos alunos, para que possam propor e inovar soluções (PAVÃO ; FREITAS, 2008; BRIGHENTI et.al., 2015). Para Thomas (2015), o objetivo dos conteúdos STEAM é permitir que os alunos desenvolvessem o conhecimento científico, entendam e consigam propor decisões sobre questões locais, nacionais e globais.

Além disso, por meio da metodologia ativa em disciplinas STEAM, o docente consegue trabalhar também as inteligências múltiplas de maneira mais dinâmica e motivar os alunos para a construção do conhecimento (GARDNER, 1995 apud SILVA, 2017, p. 3). Para Bell (2017) motiva-se a desenvoltura dos integrantes da equipe; experimenta-se a construção coletiva do conhecimento; exercita-se o empreendedorismo na ludicidade e melhora a relação entre professores, pais e alunos.

Os processos que viabilizam o aprofundamento e a construção de novos conhecimentos pelo professor faz parte da forma como pode ser compreendida a formação continuada (IMBERNÓN, 2010). Esses processos podem se desencadear por meio de minicursos, cursos, palestras, oficinas, seminários etc., de modo a permitir o desenvolvimento do professor.

Na elaboração de uma sequência de atividades que focalizam o ensino de disciplinas STEAM, aqui tratada como sequência didática (SD), são destacados alguns princípios (Quadro 1) do ponto de vista da SD e do aluno, os quais podem ajudar a garantir o bom andamento dos processos.

Quadro1. Princípios Importantes da metodologia STEAM

Sequência Didática	
Questão geradora	É necessário criar um contexto para o desenvolvimento dos projetos. O desafio inicial vai guiar os alunos na busca por soluções criativas e será mais atrativo e enriquecedor quando relacionado a um problema conectado à realidade deles.
Investigação	É a base para a construção do conhecimento e o que vai garantir a participação ativa dos alunos. Deve-se pensar no encadeamento lógico das etapas, com objetivos claros em cada uma, e orientar as ações investigativas dos alunos.

Interdisciplinaridade	É o diferencial do STEAM. O principal desafio é planejar em conjunto com colegas de outras áreas de conhecimento como será o desenvolvimento do processo para interligar de maneira efetiva as habilidades. Devem ser contempladas pelo menos as cinco áreas (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática).
Em grupo	Atividade em grupo potencializa a aprendizagem ao estimular a troca de conhecimentos, permitir o desenvolvimento de habilidades como colaboração, empatia e argumentação, o que impacta na construção da autonomia da turma.
Produto final	A construção de um produto final concretiza e dá visibilidade aos processos de aprendizagem e conteúdos trabalhados. A escolha do que fazer vai depender dos objetivos do projeto e dos recursos disponíveis na escola. A partir de um eixo cognitivo (projeto), são envolvidos vários professores, chamados para apresentar o seu conhecimento específico sobre determinado assunto.
Avaliação	A avaliação deve ocorrer durante todo o processo para que o professor acompanhe o desenvolvimento dos estudantes. Uma boa opção é construir sempre de maneira coletiva, com a turma, as rubricas de avaliação.
Postura do Aluno	
Solucionador de problemas	Possibilidade de alunos resolverem problemas ao conectar ideias que pareciam desconectadas, beneficiando o aprendizado interdisciplinar e trazendo os estudantes para o centro do processo cognitivo.
Investigador	Postura investigativa para buscar soluções relevantes ao problema.
Proativo/autonomia	Desenvolve a autonomia pela busca do conhecimento.
Crítico	Contribui para que o estudante se expresse para defender suas ideias e opiniões. Aprendizagem comum e pensamento crítico. Trabalhar questões socioemocionais.
Interação/colaboração com os pares	Aprende a trabalhar em grupo, respeitando opinião dos demais integrantes e exercendo liderança e criatividade.

Fonte: Elaboração própria.

Metodologia

Este estudo faz parte de pesquisas desenvolvidas no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), pelo Núcleo de Pesquisa em Física e Ensino de Ciências (NPFE) de um Instituto Federal.

O Projeto de Extensão “*Capacitação de professores do ensino médio e fundamental na área de Ciências e Física*” tipifica uma linha de pesquisa que vem atuando na formação inicial e continuada de professores de ciências. O objetivo é implementar ações para a realização de minicursos de capacitação, a serem oferecidos a professores de Ciências e de Física da rede municipal, estadual e federal de ensino. A equipe do projeto é formada por professores de Ciências e Física em formação, por professores da universidade e da educação básica, além de alunos do ensino médio.

A presente pesquisa possui viés qualitativo, considerando-se a multiplicidade de dimensões e a dinâmica natural do contexto da pesquisa (ALVES, 1991). Trata-se de um estudo de caso descritivo-interpretativo como aponta Moreira (2002), o qual analisou os resultados de um curso de Ensino a Distância (EAD), tendo as atividades disponibilizadas por meio da Plataforma do *Google Classroom*, um ambiente virtual de ensino para a capacitação dos professores inscritos no curso.

Inicialmente foi criado um *site* para divulgação do curso (<https://iffmnpef.wixsite.com/mnpefiff>), intitulado “*Método STEAM: desafios e possibilidades para o ensino de Ciências*”.

O curso dividido em três módulos (Quadro 2), apresentava os fundamentos teóricos, trazendo exemplos de aplicações por meio de sequências didáticas (SD) com foco na metodologia STEAM e desafiava os participantes à elaboração da proposta de SD utilizando os aportes estudados.

Quadro 2. Módulos do curso de capacitação

Módulos	Descrição
1	Parte 1: discussão sobre o ensino de ciências atual, sobre a necessidade de metodologias ativas e inserção de tecnologias (Questionário 1)
	Parte 2: fundamentos do método de ensino STEAM e o uso duas ferramentas de apoio: Canvas de Projeto e Inventário Kolb (Questionário 2).
2	Apresentação de cinco propostas de aplicações do método STEAM em aulas de física. Cada uma apresenta uma sequência didática, com atividades teóricas e práticas a serem desenvolvidas com seus alunos.
3	Momento “Faça você mesmo”. O professor é desafiado a construir sua própria sequência, a partir de um modelo para ser preenchido com atividades que contemplem o método STEAM (Produção de sequências didáticas).

Fonte: Elaboração própria.

Assim, o primeiro e o último momento forneceram dados para o presente artigo, os quais se referem as ideias prévias dos participantes sobre o desenvolvimento de suas práticas em sala de aula e com foco no STEAM, elaborada por cada participante.

Resultados e análise

O curso contou com a participação de aproximadamente 50 inscritos, tendo 20 concluintes. Será apresentada a análise a seguir de dois instrumentos: questionário 1 e sequencias didáticas elaboradas.

Por meio de um questionário inicial buscou-se averiguar como os docentes desenvolvem suas aulas. As perguntas a seguir constavam no questionário 1:

1. Como você faz o planejamento de suas aulas
2. Como você desenvolve suas aulas?
3. Você faz uso de alguma (s) tecnologia(s) em sua aula? Se faz, qual(is)? Como você utiliza em sua aula?
4. Você faz uso de experimentos? Se faz, como você os desenvolve em sua aula?
5. Você faz uso de recursos como histórias em quadrinhos, poesia, música, pintura, teatro, jogos, criação de vídeos, fotografias entre outros ligados as artes em sua aula? Como você desenvolve em sua aula?
6. Como você avalia os seus alunos?
7. Seus alunos trabalham em grupo? Como são os trabalhos?

As respostas às questões foram analisadas por meio da análise de conteúdo na perspectiva da Bardin (2009), para quem esta análise “consiste em descobrir os ‘núcleos e sentidos’ que compõem a comunicação e cuja presença ou frequência de aparição pode significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido” (Bardin, 2009, p.131). A análise de conteúdo temática segue três etapas: i) pré-análise das respostas: foram utilizadas as respostas dos participantes. Os participantes que são futuros docentes não responderam as questões; ii) exploração do material: foram recortadas e categorizadas as unidades de significação (US) dos participantes; iii) interpretação e inferência dos resultados: apresenta-se a análise das categorias.

Ao questionar os participantes sobre como planejam suas atividades pedagógicas, foi possível organizar suas respostas em sete categorias (Quadro 3).

Quadro 3. Categorias Planejamento de aulas

Categorias	US
Planificação de atividades de ensino	defino o tema que será trabalhado na aula, depois vou definindo os objetivos e os conteúdos que serão trabalhados P1, P11 estabeleço uma metodologia que será utilizada em aula P1, P11 defino quais recursos didáticos irei utilizar P1, P11 penso em qual tipo de avaliação utilizar P1, P11
Organização de atividades com datas	Organizo por semanas os conteúdos do bimestre. datando cada tópico a ser lecionado p4, quantitativo de horas aulas disponíveis com a turma p12, conforme o cronograma do planejamento pensar no tema que será abordado na aula, trabalhando detalhadamente os conteúdos p15
Planejamento das aulas e os recursos didáticos	seleciono a temática, escolho os subtítulos e adiciono algum recurso p9, os conteúdos científicos a serem abordados e quanto a possibilidade de implementar recursos didáticos variados para tornar as aulas mais atrativas p12
Organizar os conteúdos, pautado no currículo e livro didático	faço a análise do currículo proposto pela SEDU p2, livro em particular para organizar a sequência de conteúdos p6, Planejo as aulas baseadas no conteúdo a ser dado p8, com base no currículo mínimo p16, Atualizando os conteúdos para que possam ser aplicados p17
Formação cidadã	consideração a alfabetização científica proporcionando fazer leitura do mundo onde vive p7
Público alvo	levando em consideração o público alvo p10, O planejamento é feito levando em consideração o nível de escolarização dos alunos p12, e analiso a turma em que será ministrada a aula p15, aplico uma avaliação diagnóstica para analisar o grau de instruções dos alunos p2
Condições da escola	Depende das condições físicas e materiais apresentados pela escola p14, de acordo com material didático disponível na escola p13,

Fonte: Elaboração própria.

O planejamento é uma atividade importante para praticamente todas as manifestações da organização social humana. Dessa maneira, o planejamento educacional é um dos elementos didáticos fundamentais no processo de ensino e aprendizagem, pois norteia as etapas da prática pedagógica. Gandin (2001) indica a necessidade de uma cultura de planejamento escolar capaz de perceber e avaliar o cenário atual, considerando o diagnóstico da comunidade escolar para propor e fortalecer os processos das mudanças necessárias. De acordo com Libâneo (2013) o planejamento é um meio para se programar as ações docentes, mas é também um momento de pesquisa e reflexão intimamente ligado à avaliação.

Das categorias criadas no Quadro 1, percebe-se que os participantes levam consideração às condições da escola, as ideias prévias dos alunos, a contribuição para a formação dos alunos, o planejamento das atividades de forma organizada por datas, pensando nos recursos didáticos que podem ser utilizados e principalmente considerando o currículo escolar e o livro didático.

As respostas dos participantes em relação ao desenvolvimento de suas aulas permitiram a distribuição em três categorias (Quadro 4).

Quadro 4. Categorias sobre o desenvolvimento de aulas

Categorias	Us
Transmissão de conhecimento	uso quadro como ferramenta principal, utilização de tv(vídeos) em casos de apresentação slide, e também vídeos colaborativos ao conteúdo p4, apresento o conteúdo a turma com exemplos (P10), procuro fazer algum experimento em sala p6, faço listas de exercícios de maneira tradicional (P6), introdução da temática, atividades e levantamento do que foi aprendido (P10), explicitação dos conteúdos, leituras em grupo e formulação de perguntas e respostas por parte dos alunos (P11), Faço uso dos experimentos para levantar alguma questão a ser discutida ou para facilitar a compreensão de algo já explicado (P12), faço uso de jogos, que são utilizados como uma ferramenta para que os alunos possam aplicar os conhecimentos já adquiridos (P12), método tradicional (P13)
Descoberta dirigida	começar com uma motivação, uma discussão breve sobre uma aplicação daquele assunto (P5), Desenvolvo as aulas com apoio de slides e vídeos, com o costume de ir perguntando coisas aos alunos antes de explicá-las, tentando despertar sua curiosidade (P8), debates, utilizando o conteúdo do livro didático e principalmente os textos complementares (P16), Introdução de conteúdos e despertando a participação dos alunos no desenvolvimento de experimentos, estudos de caso, debates, apresentação de seminários, etc (P17)
Investigação	Procuro sempre levar uma questão-problema (P20), Procuro trazer um problema no início na aula e durante a aula, com situações e experimentos ou atividades lúdicas, a fim de levar os alunos a buscar e chegar as respostas no problema (P21)

Fonte: Elaboração própria.

Uma categoria que relaciona a “utilização de um modelo tradicional de ensino”, com a transmissão dos conteúdos pelo professor e o estudante passivo no processo de ensino e aprendizagem (GARCÍA PÉREZ, 2000).

A segunda categoria, “descobertas dirigidas”, apresenta inovações ao método tradicional de ensino, sendo denominado um modelo de ensino tecnológico, neste modelo o papel do aluno é o de executar todas as atividades programadas pelo professor, que nesse modelo tem a função de direcionar o andamento das atividades programadas (GARCÍA PÉREZ, 2000).

A terceira categoria, “investigação”, representa um ensino em que o aluno vai aos poucos aumentando seus conhecimentos. Tanto o professor quanto o aluno exercem um papel ativo, os primeiros como investigadores de suas práticas pedagógicas e os segundos como construtores e reconstrutores de suas aprendizagens, que são alcançadas pela implantação de situações problema que exigem do aluno posturas investigativas para a sua resolução. As ideias prévias dos estudantes são levadas em consideração (GARCÍA PÉREZ, 2000).

No que se refere ao uso de recursos didáticos no ensino, entendido como todo material utilizado como auxílio no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo proposto para ser aplicado pelo professor a seus alunos, as respostas dos participantes foram divididas em quatro categorias (Quadro 5): aulas expositivas combinadas com recursos, recursos com elementos do cotidiano, recursos utilizados, situações problemas combinadas com recursos.

Quadro 5. Categorias sobre a utilização de recursos didáticos

Categories	US
Aulas expositivas combinadas com recursos	Costumo desenvolver os experimentos após a explicação do conteúdo (P1), costumo aplicar alguma atividade para avaliar a aplicação do experimento (P1), coloco vídeos ou jogos relacionados ao tema estudado pelos alunos (P1), tirinhas em provas tradicionais (P6), Experimentos descritivos para auxiliar o entendimento dos conteúdos (P9), <i>Phet</i> . Para mostrar alguns fenômenos físicos (P10), para mostrar imagens, vídeos, filmes ou documentários para os alunos (P11), Os jogos são aplicados ao término da explicação do conteúdo, como forma de confirmação da aprendizagem (P11), utilizo para realizar uma aula com exposição de conteúdo, para poder reduzir o tempo de passar no quadro algumas informações (P15), elaboro um roteiro onde mostro os materiais que serão utilizados e o tema a ser abordado nas práticas, deixo um espaço para anotações e após a explicação peço para os alunos observarem para fazerem também (P15), filmes e documentários para debater o conteúdo da disciplina (P16), peço para os alunos separarem os materiais e realizo o experimento em aula, onde debatemos sobre o tema (P16), através de experimentos seguindo as etapas do Método Científico (P18)
Situações problemas combinadas com recursos	mostrar problemas (P5), história em quadrinhos como uma problematização na aplicação dos três momentos pedagógicos (P9), Discussão inicial sobre algumas problemáticas em relação ao conteúdo a ser abordado. Levantamento do conhecimento prévio do alunos por meio de questionário diagnóstico inicial, condução de atividade experimental onde os alunos respondem a um roteiro investigativo relacionado ao tema e dias depois um questionário para avaliar o conhecimento retido pelos alunos sobre o tema da aula (P18).
Recursos elementos do cotidiano	buscar uma aproximação entre a disciplina de Ciências com o cotidiano dos alunos (P7)
Recursos utilizados	experimentos simples que podem ser realizados dentro de sala de aula (P1) jogos e vídeos (P1), google sala de aula e aplicativo de Whatsapp (P2), uso de tv para videos, uso de celular para pesquisas (P4), experimentos de fácil uso, pois onde trabalho não tem laboratório p4, jogos lúdicos (P4), (P5), uso de videos de forma explicativa de algum conteúdo (P4), (P5), uso bastante charge (P4), slide, imagens, vídeos, programas de simulação (P5), música (P5), vídeos pelo appwhatsApp (P6), Kahoot, Simulador Interativo Phet e Plickers (P7), experimentos demonstrativos de baixo custo (P7), Pixton para criação de histórias em quadrinhos (P7), slides, vídeos e imagens (P8), (P20) aplicativos (P9), (P18), Fotografia, utilizando slides (P10), computador, a televisão ou datashow (P11), (P18), tv e slide (P12), computadores em laboratórios de informática (P13), Experimentos em laboratório com bancada (P13), computadores e projetores (P14), Utilizo jogos. Quadrinhos, poesia e letra de música (P16), confecção de modelos biológicos para ensino em ciências (P17), experimento de baixo custo (P20) paródias (P20), (P21), jogos (P21)

Fonte: Elaboração própria.

Na categoria “recursos utilizados”, os professores citam os vários recursos que utilizam em sala de aula, desde o uso de vídeos, jogos, experimentos de baixo custo, simuladores, quadrinhos digitais entre outros. O uso de diferentes recursos didáticos auxilia a desenvolver o processo de ensino e de aprendizagem, facilitando as relações entre professor e aluno. No entanto, é necessário que o professor tenha conhecimento de como utilizar esse material, tendo em vista que a simples

apresentação dos mesmos não surtirá efeito algum. Segundo Bizzo (2002), existe uma ampla gama de materiais disponíveis que o professor pode utilizar e que contribuem para a melhoria de seu trabalho, porém, o grande desafio é decidir quais são adequados à realidade dos alunos e como utilizá-los.

As categorias seguintes demonstram como os participantes utilizam os diferentes recursos didáticos em sala de aula. Em relação a categoria: recursos com elementos do cotidiano traz a unidade de apenas um participante, o P7.

Na categoria situações problemas combinadas com os recursos mostram compreendem a importância de utilizar diferentes recursos atrelados ao uso de problemas e também considerando os conhecimentos prévios dos estudantes. Já na categoria aulas expositivas combinadas com recursos os professores fazem uso de diferentes recursos didáticos de uma forma tradicional.

De acordo com Cachapuz *et al.* (2005), as possibilidades de aprendizagem proporcionadas pelas atividades práticas dependem de como estas são propostas e desenvolvidas com os alunos. É necessário que estas atividades investiguem e questionem as ideias prévias dos estudantes, de modo a favorecer a mudança conceitual, contribuindo para a construção de conceitos.

Neste sentido, as atividades utilizando diferentes recursos de forma investigativa têm grandes possibilidades de promover esta construção, em detrimento de atividades que utilizem recursos didáticos apenas ilustrar a teoria são entendidas como limitadas quanto ao seu potencial de auxílio à aprendizagem, pois geralmente se realizam nos mesmos moldes do ensino tradicional, sem espaço para o aluno manifestar e redimensionar seus conhecimentos.

A avaliação da aprendizagem escolar apresenta-se como um tema que provoca reflexões constantes na área educacional e está diretamente vinculada ao processo de ensino e aprendizagem, ou seja, à prática pedagógica do professor. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional Educação (LDB), nº 9.394/96, traz a avaliação como: “contínua e cumulativa do desempenho do aluno, com prevalência dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos e dos resultados ao longo do período sobre os de eventuais provas finais” (LDBEN, 1996, art. 24, inciso V).

Sobre este tema, as respostas dos participantes foram divididas em duas categorias (Quadro 6): Provas tradicionais e avaliação do processo. Alguns participantes utilizam os dois modelos.

Quadro 6. Categorias sobre sistema de avaliação

Categorias	US
Provas tradicionais	com as avaliações (P1), (P9), uma avaliação individual (P2), (P12), (P15), (P16), (P20)
Avaliação do processo	com atividades em aulas (P1), (P5), (P10), (P12), (P15), (P16), presença e participação nas aulas (P1), (P12), (P20), interação com os colegas (P2), ao longo de toda a aplicação da sequência didática (P7), (P11), atividades passadas durante a aula (P8), (P16), avalio meus alunos através da participação e da conclusão dos experimentos (P18)

Fonte: Elaboração própria.

Luckesi (2005) se referindo as provas tradicionais, afirma que os professores elaboram suas provas para testar o conteúdo trabalhado com os alunos e não para auxiliá-los na sua aprendizagem. Já as concepções contemporâneas priorizam a avaliação do processo de construção do conhecimento, desse modo valorizam uma metodologia mais participativa e o aluno tem uma participação ativa.

Sobre o uso de “Trabalho em Grupo”, as respostas dos participantes foram divididas em quatro categorias (Quadro 7): Contribuição para a formação, ineficiência dos trabalhos em grupo, organização e finalidade dos trabalhos e metodologia para trabalhos em grupo.

Quadro 7. Categorias sobre Trabalho em Grupo

Categorias	US
Contribuição para a formação	o trabalho em grupo é muito importante e fundamental, pois trabalha a coletividade, dedicação e companheirismo entre os alunos visando um propósito e um objetivo (P1)
Ineficiência dos trabalhos em grupos	grupo acaba sendo uma divisão de tarefas e não a união dos conhecimentos (P2), percebo que uma parte do grupo sempre trabalha um pouco mais que outra parte (P6), cada aluno era responsável por obter um de material para o grupo (P11), raramente a eficácia é plena, sempre há um ou dois grupos que não se interessam (P13), tem alguns que mais se destacam (P18)
Organização e finalidade do trabalho	pesquisas e depois organização dos resultados e apresentação de trabalhos (P4), grupos para jogar jogos, realizando uma competição saudável entre si (P8), trabalhos de pesquisa, confecção de cartaz e apresentação de seminário (P15), (P16)
Metodologia para trabalhos em grupo	utilização do método cooperativo de aprendizagem <i>Jigsaw</i> (P7), (P17)

Fonte: Elaboração própria.

O participante P17 destaca que utiliza uma metodologia para o trabalho em grupo, o *Jigsaw*. Segundo Lopes e Silva (2009), o trabalho cooperativo permite que os integrantes se ajudem no processo de aprendizagem, atuando como parceiros entre si e com o professor. Na categoria Organização e finalidades dos trabalhos, tem-se o destaque sobre como os trabalhos são desenvolvidos em sala de aula, seja por meio de competição como jogos ou apresentação de trabalhos de pesquisa.

Alguns participantes também chamaram a atenção para a ineficiência dos grupos, no que se refere ao desequilíbrio no aprendizado entre os participantes, alguns trabalhando mais que outros. No entanto, de acordo com Vieira (2000), o desenvolvimento de competências não só acadêmicas, como também sociais, adquire importância relevante, pois é fundamental que os alunos aprendam e sejam formados para saber se relacionar e cooperar uns com os outros.

Para a análise das sequências didáticas produzidas pelos participantes, seguiu-se os princípios da metodologia STEAM elencados no Quadro 1. Dos participantes da pesquisa, 16 produziram sequências didáticas, que estão sintetizadas no Quadro 8.

Quadro 8. Resumo das sequências

Código da Sequência	Título	Público alvo	Conteúdo abordado
SEQ1	Cérebro de Massinha	6º ano do Ensino Fundamental	Sistema Nervoso: O Cérebro Humano
SEQ2	Ensino e aprendizagem de matéria e energia através de um cata-vento	Ensino Fundamental	Matéria e energia no ambiente e no cotidiano, preservação ambiental, velocidade, movimentos.
SEQ3	Ciências da Natureza e Matemática no estudo da fabricação do dinheiro	1º ano do Ensino Médio	Área de figuras geométricas, profilaxia, força peso e noções de PH.
SEQ4	Minigerador eólico	Ensino Fundamental	Energia Eólica

SEQ5	Energia eólica e trem magnético numa abordagem pelo método STEAM	Ensino Fundamental	Eletricidade, eletromagnetismo, fontes de energia alternativa, desenvolvimento sustentável e reciclagem.
SEQ6	O estudo da óptica geométrica aplicada a câmara escura de orifício caseira com a utilização do método STEAM	9º ano do Ensino 3º Ano do Ensino Médio	Óptica geométrica, propriedades da luz, câmara escura de orifício, funcionamento do olho (visão) humano, refração e propriedades de lentes.
SEQ7	Veículo de Propulsão por Hélice	Ensino Médio	Conteúdos que podem ser trabalhados pelo protótipo VW1
SEQ8	A matéria e suas transformações: uma abordagem voltada ao método STEAM	1ª Série do Ensino Médio	Estados físicos da matéria, suas características e Transformações físicas da matéria.
SEQ9	Conhecendo as células	Disciplina de Ciências no 6º ano do Ensino Fundamental	Tipos de células; organelas celulares; funções das organelas celulares; constituição dos seres vivos.
SEQ10	Pilha com refrigerante: uma proposta com o Método STEAM para o estudo de eletroquímica	Terceiro ano do Ensino Médio	Eletroquímica (Condutores, Redução, Oxidação, eletrodo, células eletroquímicas, anodo, cátodo).
SEQ11	Utilização do STEAM para o ensino de Lançamento Oblíquo	Ensino Médio	Lançamento Oblíquo
SEQ12	Organelas celulares em uma célula animal	Ensino Médio	Organelas celulares em uma célula animal.
SEQ13	O ensino de seleção natural pelo método STEAM	Ensino Fundamental (9º ano)	Como ocorre o processo de seleção natural
SEQ14	Estudo de alguns fenômenos da Óptica através do experimento da seta invertida no método STEAM.	Fundamental 2	Óptica geométrica, refração, formação de imagens, convergência e lentes biconvexas.
SEQ15	Como Funciona o Violão	2º Ano do Ensino Médio	Modos normais em uma corda
SEQ16	Paródia sobre as cores das lixeiras e a destinação correta do lixo	Fundamental II-7º ano.	Ciências

Fonte: Elaboração própria.

Após a leitura detalhada das SD elaboradas e seguindo os critérios já apontados, foi elaborado o Quadro 9, com uma resenha da análise dos resultados, sendo P (atende parcialmente), N (não atende), S (atende).

Quadro 9. Resumo dos princípios e das sequências

Sequência	Princípios	Questão Geradora	Investigação	Interdisciplinaridade	Grupo	Produto Final	Avaliação
SEQ1	P	N	P	S	S	P	
SEQ2	P	S	P	S	S	P	
SEQ3	N	S	P	S	N	P	
SEQ4	P	N	P	S	S	P	
SEQ5	P	S	S	S	S	S	
SEQ6	P	S	S	S	S	S	
SEQ7	N	P	S	S	S	P	
SEQ8	P	S	S	S	S	S	
SEQ9	P	S	S	S	S	S	
SEQ10	N	S	S	S	S	S	
SEQ11	P	S	S	S	S	S	
SEQ12	P	P	P	S	S	P	
SEQ13	P	P	P	S	P	P	
SEQ14	S	S	S	S	S	S	
SEQ15	N	P	P	S	N	P	
SEQ16	N	S	S	S	S	S	

Fonte: Elaboração própria.

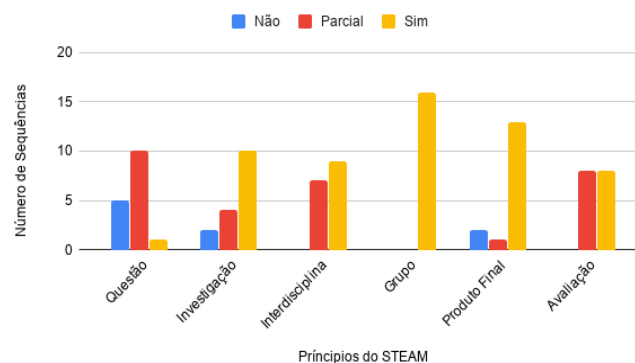
Com base na análise realizada, pode-se perceber que os princípios importantes do STEAM mais contemplados foram “Grupo” e “Produto Final”.

Os princípios da “Interdisciplinaridade” e “Avaliação” foram identificados elementos condizentes e parcialmente condizentes com a metodologia. No entanto, os princípios da “Questão Geradora e da Investigação” em algumas sequências não foram atendidos.

Os dados do Quadro 7 foram convertidos na Figura 1 para facilitar visualmente a análise realizada.

Figura 1. Resumo dos critérios mais citados

Análise das Sequências



Fonte: Elaboração própria.

No que se refere a “Questão Geradora” percebe-se que das 16 sequências, apenas 1 contemplou corretamente, apresentando uma questão problema, como é o caso da Seq14, na qual o professor mostrará um vídeo sobre o experimento da seta invertida e colocará como Questão Geradora: “o que eles (alunos) viram é real ou é algum tipo de montagem ou efeito de câmera?”.

Em 10 sequências a “Questão Geradora” foi considerada como parcialmente atendida, pois

não era realizada em forma de questão, apenas apresentava-se o contexto, como por exemplo, a SEQ12 na qual o conteúdo de lançamento oblíquo é associado a temática da era medieval, trazendo as histórias das grandes guerras travadas com a utilização de catapultas. “Nela será perguntado sobre o funcionamento de uma catapulta, quais materiais os alunos acham que poderiam utilizar para aprimorar uma catapulta atualmente e quais conceitos são necessários para que ela funcione”. Além disso, também foram consideradas parcialmente atendidas, aquelas sequências em que aparece a questão, mas não está vinculada a um contexto, apenas encerra-se na disciplina em si, como é o caso da SEQ13: “O que propiciou a diversidade fenotípica das populações e organismo?”.

Em cinco sequências a “Questão Geradora” não foi atendida, nestas não era apresentada uma pergunta ou um contexto inicial. De acordo com o Quadro 2 sobre os princípios para o uso da metodologia STEAM, é necessário criar um contexto para o desenvolvimento de projetos, os quais devem partir de uma pergunta inicial ou questão geradora.

No que se refere ao segundo princípio “Investigação”, foi atendido em 10 das 16 sequências elaboradas pelos participantes. Este princípio se refere ao encadeamento das etapas da SD. No Quadro 10 são apresentadas as etapas da SEQ2, na qual se mostra o desenvolvimento adequado com uso do princípio da investigação.

Quadro 10 - Etapas da SD a ser elaborada.

1. QUESTÃO INICIAL MOTIVADORA

Como podemos perceber a relação entre matéria e energia?

2. CONTEÚDO A SER ABORDADO PELO PROJETO

- Energia;

- Matéria.

EF08CI01

3. ESTRATÉGIAS E RECURSOS A SEREM UTILIZADOS EM CADA MOMENTO

1º encontro: Diálogo, imagens, questionamentos – levantamento dos conhecimentos prévios.

2º encontro: Apresentação de slides, diálogo (roda de conversa) e vídeos.

3º encontro: Sistematização do conhecimento – apresentação de trabalhos.

4. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Os alunos serão questionados sobre os materiais e os tipos de energia que existem na confecção e funcionamento de um “cata-vento” feito com materiais reaproveitados. Esse questionamento será realizado através de diálogos.

PROPOSTA DE ENSINO

1ª Etapa

Elaboração de um experimento construído com materiais de baixo custo e de fácil acesso, denominado “cata-vento rs” e através dele apresentar as questões problematizadoras: Vocês já ouviram o termo “matéria”? E o termo “energia”? Esse cata-vento possui alguma relação com energia e matéria?

2ª Etapa

Utilização de slides e vídeos trazendo os conceitos de energia e matéria e suas aplicações práticas no cotidiano.

Os pequenos grupos foram orientados a confeccionarem um “cata-vento rs” utilizando diferentes materiais.

3ª Etapa

Nessa etapa: reforçar os diferentes tipos de materiais e os diferentes tipos de energia através de vídeos e imagens.

4ª Etapa

Avaliação da aprendizagem

Fonte: Elaboração própria.

Em 4 sequências este princípio foi parcialmente atendido pois apesar de apresentar as etapas da sequência não apresentava os objetivos de cada etapa e o incentivo a postura ativa do

estudante. Em duas sequências este princípio não foi atendido.

De acordo com o Quadro 2 sobre os princípios para o uso da metodologia STEAM, é necessário criar um contexto para a construção do conhecimento e o que vai garantir a participação ativa dos alunos. Deve-se pensar no encadeamento lógico das etapas, com objetivos claros em cada uma, e orientar as ações investigativas dos alunos.

O princípio “Interdisciplinaridade” foi atendido em 9 das 16 sequências, nestas a proposta de ensino contempla atividades em pelo menos cinco áreas: ciências, matemática, engenharia, artes e tecnologia. No Quadro 11, apresenta-se como cada uma das áreas é contemplada na Sequência 6.

Quadro 11. Áreas contempladas no STEAM

Letra	Disciplina	Atividade
S	Ciências	Óptica geométrica
T	Tecnologia	Uso do simulador <i>Phet</i> e vídeo do <i>YouTube</i> .
E	Engenharia	Montagem e confecção da câmera escura caseira.
A	Artes	Fotos de “objetos” do cotidiano projetados na câmara escura caseira.
M	Matemática	Razão e Proporção, unidades de medidas de comprimento.

Fonte: Elaboração própria.

Em sete sequências o princípio “Interdisciplinaridade” é atendido parcialmente, tendo em vista não ter contemplado pelo menos as cinco áreas.

De acordo com o Quadro 2 sobre os princípios para o uso da metodologia STEAM, é necessário criar um contexto interdisciplinar. Esse é o diferencial do STEAM. O principal desafio é planejar em conjunto com colegas de outras áreas de conhecimento como será o desenvolvimento do processo para interligar de maneira efetiva as habilidades. Devem ser contempladas pelo menos as cinco áreas (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática).

O princípio da atividade em “Grupo” foi atendido em todas as sequências apresentadas. O trabalho em Grupo em uma proposta STEAM potencializa a aprendizagem ao estimular a troca de conhecimentos, permitir o desenvolvimento de habilidades como colaboração, empatia e argumentação, o que impacta na construção da autonomia da turma.

Em relação ao princípio “Produto Final”, este foi atendido em 13 das 16 sequências elaboradas pelos participantes.

A Seq4 mostra qual será o Produto Final a ser elaborado pelos estudantes: “3ª etapa: A turma será dividida em grupos e cada grupo deverá construir um minigerador eólico com materiais disponibilizados. Eles deverão escolher os materiais”.

A Seq13 apresenta como Produto Final: “Finalizando o conteúdo, os mesmos grupos ficarão responsáveis pela elaboração de cartazes exemplificado um caso de seleção natural” - foi considerado como parcialmente atendido este princípio, pois apesar de concretizar o trabalho desenvolvido não contempla várias áreas de conhecimento.

Apenas duas sequências não apresentaram nenhuma alternativa para o Produto Final. De acordo com Heck (2017) a elaboração de um Produto Final concretiza e dá visibilidade aos processos de aprendizagem e conteúdos trabalhados.

Em relação à avaliação, 8 sequências atenderam completamente e 8 parcialmente. Na Seq 16 mostra como a avaliação será realizada durante todo o processo: “A avaliação será por toda a organização do projeto, o professor poderá avaliar o potencial de pesquisa, estudo, trabalho em grupo, a criatividade em montar a paródia interligada com a pesquisa feita sobre o tema e a elaboração do figurino com o cenário”.

A avaliação na metodologia STEAM deve ocorrer durante todo o processo para que o professor acompanhe o desenvolvimento dos estudantes. Uma boa opção é construir sempre de maneira coletiva, com a turma, as rubricas de avaliação.

Conclusão

Com o objetivo de analisar as contribuições da metodologia STEAM para o ensino, no contexto da formação inicial e continuada de professores, o presente trabalho apresenta os resultados de curso ministrado na forma *online*, em tempos da pandemia Covid-19.

Entre os participantes, em geral, não houve dificuldades de acesso e manuseio do ambiente virtual que disponibilizou as atividades elaboradas. Segundo relatos da maioria dos participantes, os materiais elaborados foram de fácil compreensão e aplicáveis as suas realidades.

No primeiro momento foi perguntado aos participantes como planejam, desenvolvem e utilizam diferentes recursos em suas aulas. Em suas respostas os participantes mostraram que planejam suas aulas majoritariamente levando em consideração o currículo e o livro didático, desenvolvem suas aulas em formatos tradicionais ou tentando inová-lo. Utilizam diferentes recursos didáticos, mas em muitos casos de forma tradicional. Os trabalhos em grupos são realizados, mas alguns participantes que esse tipo de organização não implica no aprendizado efetivo dos estudantes.

Como tarefa final os participantes (professores) elaboraram uma proposta didática com base na metodologia STEAM, procurando seguir os princípios elencados.

Com base na análise SD produzidas pelos participantes, pode-se perceber que os princípios do STEAM mais contemplados foram “Grupo” e “Produto Final”. Os princípios da “Interdisciplinaridade” e “Avaliação” foram identificados elementos condizentes e parcialmente condizentes com a metodologia. No entanto, os princípios da “Questão Geradora e da Investigação” em algumas sequências não foram atendidos.

Desse modo, as sequências elaboradas mostraram, de forma geral, a aprendizagem da metodologia STEAM e a disposição de uso no exercício de suas atividades.

Conclui-se pelos resultados, que os docentes participantes compreenderam o uso da metodologia STEAM como alternativa para o ensino em tempos de pandemia, pois além de inserir atividades integradas e interdisciplinares no currículo, incentiva a participação ativa do aluno e o desafia ao empreendedorismo.

Referências

BARDIN, Laurence. (2009). **Análise de Conteúdo**. Lisboa: edições 70.

BELL, Dawne, MORRISON-LOVE, David, WOOF, David, MCLAIN, Matt. **STEM education in the twenty-first century: learning at work – naexplration of design and technology teacher perceptions and practices**. Springer Science + Business Media B.V., 2017.

BERBEL, Neusi. Aparecida. Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes. Semina: **Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011. Disponível em: http://www.proiac.uff.br/sites/default/files/documentos/berbel_2011.pdf. Acesso em: 23 out. 2017.

BIZZO, Nélío. **Ciências Fácil ou difícil?** São Paulo: Editora Ática, 2002.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases nº 9394/96**. Conselho Nacional de Educação,1996.

GANDIN, Danilo. Posição do Planejamento Participativo entre as Ferramentas de Intervenção na Realidade. **Currículo sem Fronteiras**, v.1, n.1, 2001.

GARDNER, Howard. **Inteligências Múltiplas: a teoria na prática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

HECK, C. **Integração de tecnologia no Ensino de Física na educação básica: Um estudo de caso utilizando a experimentação remota móvel**. Araranguá, 2017. Disponível em: <https://repositorio>.

ufsc.br/bitstream/handle/123456789/179798/348092.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 02 nov. 2017.

LOPES, Carmen Silvia, CAZARINI, Edson, BASSOLI, Dyjalma. **O uso de metodologias ativas de aprendizagem na formação do engenheiro**. Engenharia: múltiplos saberes e atuações. Cobenge, 2014.

Lopes, José Pinto, Silva, Helena. **A Aprendizagem Cooperativa Na Sala De Aula- Um Guia Prático Para o Professor**. Lisboa: Lidel, 2009.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 17. Ed. São Paulo: Cortez, 2005.

MORAN, José. **Mudando a educação com metodologias ativas**. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Vol. II. 2015. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf. Acesso em: 25 out. 2017.

PAVÃO, Antônio. Carlos; FREITAS, Denise., orgs. **Quanta ciência há no ensino de Ciências**. São Paulo: EdUFSCar, 2008.

ROSS, Robert James, WHITTINGTON, James, PHAT, Huynh. **LaserTag for STEM Engagement and Education**. IEEE Access, 2017.

SASSERON, Lucia. Helena.; CARVALHO, Anna. Maria. Pessoa. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p.333-352, 2008.

SILVA, Priscila. **Uso do programa STEM como alternativa de aprendizagem para alunos de 9º ano em escola pública e privada da rede de ensino no município de Joinville – Santa Catarina**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para titulação no Curso de Pós-graduação lato sensu em Ciências e Tecnologia, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro Tecnológico de Joinville.

VIEIRA, Pedro. Nuno. Bessa. **Estratégias alternativas de ensino-aprendizagem na matemática: estudo empírico de uma intervenção com recurso à aprendizagem cooperativa, no contexto do Ensino Profissional**. 2000. 271 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia) — Universidade do Porto, Porto, 2000.

Recebido em 30 de setembro de 2020.

Aceito em 13 de fevereiro de 2023.