

Este material foi testado com as seguintes questões de acessibilidade:

- PDF lido por meio do software *NVDA* (leitor de tela para cegos e pessoas com baixa visão);
- Guia da *British Dyslexia Association* para criar o conteúdo seguindo padrões como escolha da fonte, tamanho e entrelinha, bem como o estilo de parágrafo e cor;
- As questões cromáticas testadas no site *CONTRAST CHECKER* (<https://contrastchecker.com/>) para contraste com fontes abaixo e acima de 18pts, para luminosidade e compatibilidade de cor junto a cor de fundo e teste de legibilidade para pessoas daltônicas.

Música e ciências em uma abordagem STEAM: Uma proposta integradora a partir de uma revisão sistemática

Music and sciences in a STEAM approach: An integrative proposal based on a systematic review

Música y ciencias en un enfoque STEAM: Una propuesta integradora a partir de una revisión sistemática



Ana Gabriela Rodrigues Ledoux

Instituto Federal de Brasília (IFB), Brasília, Distrito Federal, Brasil,
anagabrielaledoux@gmail.com



Juliana Rocha de Faria Silva

Instituto Federal de Brasília (IFB), Brasília, Distrito Federal, Brasil,
juliana.silva@ifb.edu.br

Resumo: Este artigo propõe-se a investigar as propostas educacionais envolvendo música e ciências na perspectiva STEAM e, a partir das informações adquiridas, sugerir novas atividades no mesmo nicho. A revisão sistemática rastreou artigos publicados entre 2010 e 2021 nas bases Web of Science e Scopus e, após seleção guiada por critérios de inclusão e exclusão analisou, à luz de Bardin, o conteúdo de 10 trabalhos, chegando à conclusão de que existe uma

lacuna na literatura que relaciona biologia e química com conhecimentos musicais em abordagens STEAM. Cientes disso, os autores criaram e descreveram em detalhes a elaboração de uma proposta para o ensino de Biologia Molecular utilizando conhecimentos musicais, tudo isso a partir da perspectiva do método STEAM.

Palavras-chave: Ciências naturais. Educação STEAM. Integração curricular. Interdisciplinaridade.

Abstract: This article aims to investigate educational proposals concerning music and science from a STEAM perspective and, through the information acquired, to suggest new activities within the same niche. The systematic review tracked articles published between 2010 and 2021 on the Web of Science and Scopus databases, and, after a selection guided by inclusion and exclusion criteria, analyzed the content of 10 works in light of Bardin. It concludes that there is a gap in the literature that relates biology and chemistry to musical knowledge in STEAM approaches. Aware of this, the authors created and described in detail the development of a proposal for teaching Molecular Biology using musical knowledge, considering the perspective of the STEAM method.

Keywords: Curriculum integration. STEAM education. Natural sciences. Interdisciplinarity.

Resumen: Este artículo se propone investigar las propuestas educativas relacionadas con la música y las ciencias desde la perspectiva STEAM y, a partir de la información obtenida, sugerir nuevas actividades en el mismo nicho. La revisión sistemática rastreó artículos publicados entre 2010 y 2021 en las bases Web of Science y Scopus y, tras una selección guiada por criterios de inclusión y exclusión, analizó a la luz de Bardin el contenido de 10 trabajos, llegando a la conclusión de que existe una laguna en la literatura que relaciona la biología y la química con los conocimientos

Musicales en los enfoques STEAM. Conscientes de ello, los autores crearon y describieron en detalle la elaboración de una propuesta para la enseñanza de la biología molecular utilizando conocimientos musicales, todo ello desde la perspectiva del método STEAM.

Palabras clave: Ciencias naturales. Educación STEAM. Integración curricular. Interdisciplinariedad.

Data de submissão: 22/08/2025

Data de aprovação: 19/11/2025

Introdução

O acelerado avanço das inteligências e mecanismos artificiais depositam no imaginário popular uma grande expectativa sobre descobertas científicas e inovações tecnológicas, que ainda virão no decorrer do século XXI. Para alcançar os progressos esperados, faz-se necessário trabalhar, nos jovens dessa geração, o desenvolvimento de habilidades que possibilitem que os alunos alcancem os objetivos estipulados para o atual centenário.

Em resposta a essa necessidade, surgiu, por volta dos anos 2000, uma proposta educacional sugerindo a integração dos saberes das ciências, tecnologias, engenharias e matemática em abordagens interdisciplinares problematizadoras, conhecido como **Educação STEM** (Aguilera; Ortiz-Revilla, 2021; Watson; Watson, 2013). Posteriormente, as artes foram incluídas no processo como forma de garantir que a criatividade, habilidade crucial para a inovação citada como uma das mais importantes para o século XXI, também fosse desenvolvida nos jovens. Assim, culminou-se o termo **STEAM** (Maeda, 2013; Trilling; Fadel, 2009).

Ao incluir as artes nas sequências didáticas STEAM, promove-se um acesso mais amplo aos conhecimentos, anteriormente tão subjetivos devido ao excesso de teoria. No ensino de ciências, por exemplo, observa-se que um dos empecilhos de aprendizagem habita

na necessidade de lidar com o abstrato, ou seja, muitas vezes as ciências abordam processos ou estruturas que não podem ser vistas a olho nu ou observados com precisão (Gomes; Oliveira, 2007; Santos, Ribeiro; Prudêncio, 2020). Por outro lado, a música, enquanto uma das várias formas de expressão artística, tem como característica excepcional a capacidade de sinestesia, como bem se observa no conjunto de concertos de Vivaldi intitulados de “As quatro estações” (Vivaldi, 1725), em que a escolha de sons traz ao ouvinte a formação imagens ou paisagens, pois mimetiza os eventos da natureza, conectando o concreto ao que é abstrato por meio de uma reorganização da percepção sensorial (Medeiros, 2022). Devido a essa propriedade tão exclusiva, autores que atuam pesquisando sobre a educação STEAM vêm incentivando a interação de conhecimentos musicais em propostas que busquem trabalhar a transdisciplinaridade das artes com as demais áreas STEM (Sanz-Camarero; Ortiz-Revilla; Greca, 2023).

Buscas rápidas sobre a assimilação da música na educação STEAM levam ao encontro de trabalhos publicados por todo o mundo que alimentam a discussão a respeito da razão e do modo com que os conhecimentos musicais podem ser acomodados em atividades envolvendo robótica, matemática, física e biologia, por exemplo. Nesses textos, percebe-se que as atividades e reflexões propostas associam a música aos demais componentes curriculares de diferentes formas, seja colaborando com o repertório cultural, apoio mimético ou, nos casos mais elaborados, a

própria teoria musical serve como canal para aprofundamento nos estudos (Henriksen, 2014; Kim *et al.*, 2019; Soares, Barbosa; Silva, 2021; Sullivan; Bers, 2018).

As análises dos resultados obtidos a partir de sequências didáticas envolvendo a música com ciências, engenharias, tecnologia ou matemática em currículos STEAM levam à percepção de que existe conexão entre essas áreas e isso permite o desenvolvimento de uma visão holística do mundo real, visto que trabalhar a solução de problemas sob essa perspectiva integrativa exercita habilidades como a busca e identificação de padrões e a criação de soluções variadas para uma mesma situação (González-Martín; Moratonas; Royo, 2024) . Depreende-se também que integrar a música como forma de arte é um modo de motivar a interação com repertórios culturais de modo mais significativo, pois os projetos STEAM tornam possível trabalhar a música como equipamento gerador e problematizador, o que incentiva a interpretação de recursos musicais para além do óbvio, tornando os estudantes mais críticos e criativos ao passo que manipulam aspectos sociais, físicos, miméticos e linguísticos do som e da música (Fernández *et al.*, 2023).

Apesar dos tantos proveitos citados anteriormente e do aumento do interesse pela promoção de estudos mais aplicados à relação das áreas STEAM com a música, percebe-se que para os professores ainda existe uma grande dificuldade em elaborar e aplicar propostas que ocorram dentro dessa linha de estudo, o que ocorre devido

ao pouco investimento em capacitação profissional para educação STEAM (Maia; Carvalho; Appelt, 2021; Zeidler, 2016; Sanz-Camarero *et al.*, 2023). Diante do exposto, uma forma de colaborar para a atenuação desse cenário envolve o levantamento de ideias já realizadas com sucesso que possam servir de inspiração, o estudo de seus métodos e resultados para compreender seus padrões e identificar tópicos que possam vir a se tornar tendência nesse nicho e, finalmente, a elaboração de propostas que respondam a essa necessidade.

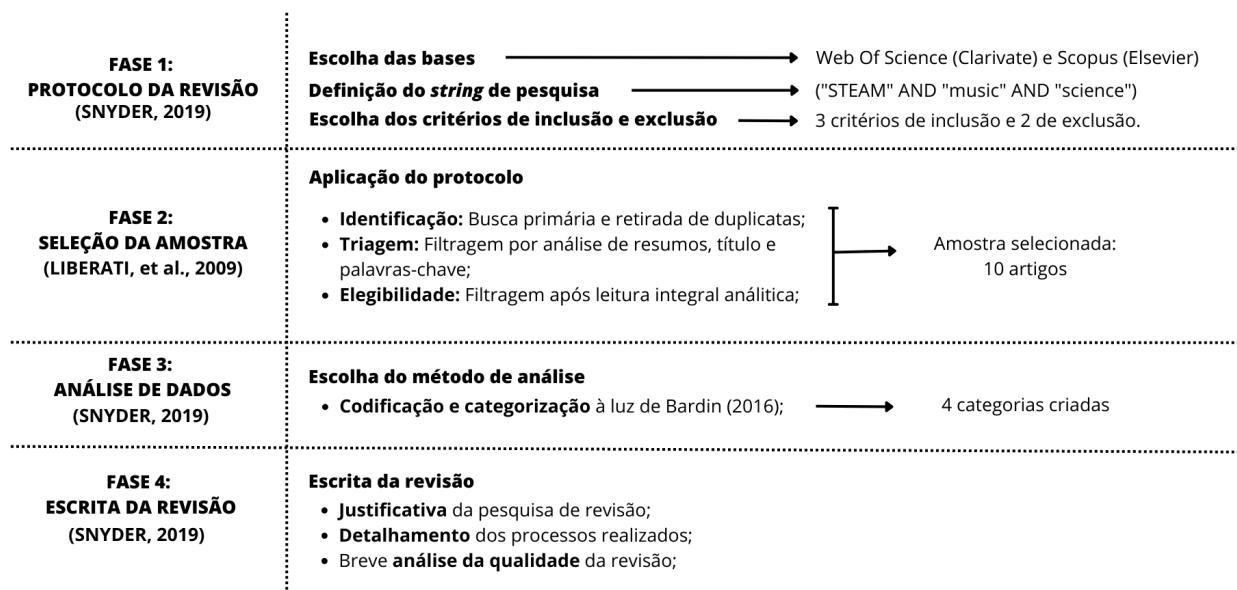
Portanto, em resposta ao cenário e às necessidades descritas anteriormente, os objetivos deste trabalho são: primeiramente (*i*) realizar uma revisão sistemática para análise do estado da arte referente a propostas educacionais envolvendo o ensino de música e ciências naturais em abordagens STEAM e, após realizado o levantamento, (*ii*) elaborar uma sequência didática a partir dos conhecimentos obtidos com o cumprimento do objetivo anterior. Supõe-se que, como resultado desse trajeto investigativo, os profissionais interessados nesse âmbito da educação possam encontrar instrução e inspiração sobre como iniciar suas propostas envolvendo música e outras áreas STEAM.

Metodologia

Conforme descrito em tópicos anteriores, a presente pesquisa tem como um de seus objetivos realizar

uma revisão sistemática da literatura ao selecionar artigos que apresentem atividades STEAM que relacionem o ensino de música e de ciências. Para tal, foram utilizados como modelo referencial os métodos de revisão de Snyder (2019) e Liberati *et al.* (2009), ambos com quatro etapas de realização, porém com enfoques diferentes: o primeiro prioriza a organização da revisão, enquanto o segundo prima pela coleta e seleção de dados a serem revisados (Figura 1).

Figura 1. Passo a passo seguido para realizar a revisão sistemática.



Fonte: Adaptado do método de Liberati, et al. (2009) e Snyder (2019).

Considerando a pergunta norteadora da pesquisa “Como música e ensino de ciências vêm sendo relacionados através da educação STEAM?”, realizou-se a busca de dados nas bases Scopus (Elsevier) e Web of Science (Clarivate), que foram consideradas adequadas devido aos seus sistemas de

avaliação dos dados publicados, a diversidade do acervo e a possibilidade de refinar a busca.

A busca foi realizada com a string (“STEAM” AND “music” AND “science”) e filtrou artigos publicados entre 2010 e novembro de 2021, por considerar o período em que começam a surgir resultados relacionados ao tema até o momento do rastreio. Como resultado, foram encontradas 62 publicações na base Scopus e 33 na base Web of Science, que foram reduzidas a 67 trabalhos após a retirada de duplicados. Essa amostra foi, então, filtrada em virtude de critérios de inclusão e exclusão estabelecidos para garantir a fidedignidade do material coletado com os objetivos da pesquisa e aplicados segundo os ditames do modelo PRISMA, de Liberati e colaboradores (2009). A seguir, a lista de critérios estipulados para a seleção de artigos (Quadro 1):

Quadro 1. Critérios de inclusão e exclusão de artigos da amostra.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO
(CI1) artigos que possuam no título, resumo ou palavras-chave o termo STEAM referindo-se ao método educacional STEAM;
(CI2) Artigos cuja atividade proposta resulte direta ou indiretamente no aprendizado de ciências naturais, a considerar Biologia, Física e Química;
(CI3) Envolver conhecimentos musicais no desenvolvimento da proposta, de modo que a música não sirva somente como ferramenta de apoio para aprendizagem de outras áreas.
CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

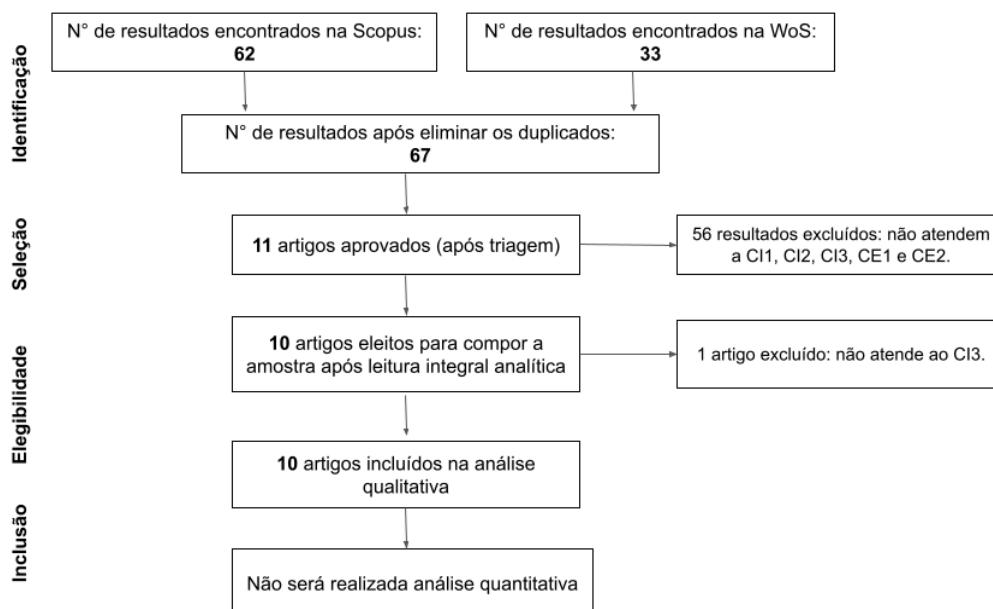
(CE1) não estivessem disponíveis para leitura integral ou que não fossem nos idiomas em inglês, espanhol ou português;

(CE2) artigos cujos objetivos estivessem distantes do foco da presente pesquisa que é: compreender como os conhecimentos musicais e científicos são relacionados em abordagens STEAM.

Fonte: Autores.

Após aplicar tais critérios, obteve-se uma amostra composta por 10 artigos, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2. Fluxograma de seleção de artigos incluídos na amostra da revisão.



Fonte: Adaptado de: Moer *et al.* (2009).

Após ter uma amostra selecionada, a análise de conteúdo foi feita à luz de Bardin (2016), em três etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos dados. Segundo esse método, na pré-análise inicia-se um

fichamento dos artigos selecionados, para isso realiza-se uma leitura flutuante para conhecer o conteúdo e, a partir disso, estabelecem-se os códigos. Tais códigos serão utilizados para classificar os artigos e criar as categorias, que devem atender às seguintes qualidades estabelecidas por Bardin (2016): (i) exclusão mútua, para evitar que um mesmo elemento apareça em duas ou mais categorias; (ii) homogeneidade, pois cada categoria deve estar estruturada a partir de uma única dimensão de análise; (iii) pertinência, visto que as categorias devem estar alinhadas aos objetivos da pesquisa; (iv) objetividade e fidelidade, para evitar distorções de classificação que poderiam ser causadas por códigos subjetivos e variações de sentido; e por fim, (v) produtividade, uma vez que é esperado que a partir das categorias sejam obtidos os resultados da pesquisa (Câmara, 2013).

Por fim, na etapa de tratamento de dados, tais categorias devem ser revisadas para que os resultados sejam considerados válidos e consistentes (Câmara, 2013). Ao realizar as etapas do método de análise de conteúdo de Bardin, os autores estabeleceram 4 categorias após codificar os artigos de acordo com os tipos de atividades realizadas para relacionar conhecimentos musicais e científicos no âmbito da educação STEAM.

Resultados e discussão

Conforme informado anteriormente, foram selecionados somente 10 artigos para a realização da revisão, o que consiste numa amostra bastante reduzida, deixando claro que propostas que evidenciem a relação entre música e ciências a partir de abordagens STEAM constituem um nicho ainda pouco explorado.

Conforme apresentado na tabela 1, os trabalhos selecionados para o levantamento foram publicados entre os anos de 2014 e 2020, em 3 Anais de conferências e 6 periódicos, com um total de 37 autores envolvidos, sem repetições ou autores colaborando em mais de um dos trabalhos listados abaixo.

Tabela 1. Trabalhos selecionados para realização da revisão sistemática

Nº	Título	Autor(es)	Ano
1	Deepening inquiry: What processes of making music can teach us about creativity and ontology for inquiry-based science education	Gershon, W.S.; Ben-Horin, O.	2014
2	Developing an educational game for art education - gesture recognition-based performance guidance for Mozart's opera Magic Flute	Kim, H.S.; Oh, S.H.; Park, Y.H.	2015
3	Introduction to STEAM through music technology (Evaluation)	Gregorio, J.; Rosen, D.S.; Morton, B.G.; Batula, A.M.; Caro, M.; Scott J.; Kim Y.; Lindstrom, K.M.	2015
4	The Development and Application of a STEAM Program Based on Traditional Korean Culture	Kim H.; Chae, D.-H.	2016
5	Listening to waves: using computer tools to learn science through making music	Mince, V.; Khalil, A.; Challen, C.; Oved, I.; Chiba, A. A.	2016
6	Design and interaction of 3D virtual music instruments for STEAM education using web technologies	Kritsis, K.; Gkiokas, A.; Lamerand, Q.; Piéchaud, R.; Acosta, C.	2018

		Kaliakatsos-Papakostas, M.; Katsuros, V.	
7	Songwriting to learn: how high school science fair participants use music to communicate personally relevant scientific concepts	Ward, S.J.; Price, R.M.; Davis, K.; Crowther, G.J.	2018
8	The connection between physics, engineering and music as an example of STEAM education	Andreotti, E.; Frans, R.	2019
9	Music notes to amino acid sequence: A STEAM approach to study protein structure	Acan S.C.; Acan, N.L.	2019
10	Work. Study. Play!	Andrade, J. M.; Burch, A. S.; McCusker, J.R.	2020

Fonte: Autores.

Dentre os trabalhos selecionados, dois constam como publicados no Anais de Conferências Anuais e Exposições da ASEE (*American Society for Engineering Education*), nos anos de 2015 e 2020 (artigos número 3 e 10, respectivamente). Os demais trabalhos selecionados como amostra desta revisão sistemática estão publicados em revistas de áreas específicas de conhecimento, como Física, Bioquímica e Biologia Molecular, Educação em Ciências e Artes (artigos nº 1, 2, 4, 7, 8 e 9) e nos Anais da *15th Sound and Music Computing Conference – SMC 2018* (artigo número 6) e da *8th International Conference on Education and New Learning Technologies* (artigo número 5).

Categorização dos artigos

Já conhecidos os trabalhos selecionados e visando responder a pergunta norteadora da pesquisa, que é “Como

música e ensino de ciências vêm sendo relacionados através da educação STEAM?", optou-se por codificar os artigos de acordo com as atividades realizadas e organizá-los em categorias que considerassem o tipo de método ou recurso utilizado na proposta. Assim, foram montadas as 4 categorias intituladas na Tabela 2, que serão descritas nos tópicos seguintes.

Tabela 2. Divisão de artigos por categorias.

Categoria	Descrição	Artigos
1	Atividades que promovem aprendizado de música e ciências através da criação de recursos educacionais.	1 e 7
2	Atividades que promovem o aprendizado de música e ciências através do uso de jogos educacionais.	2 e 10
3	Atividades que promovem o aprendizado de música e ciências ao empregar o Design Thinking para explorar possibilidades.	4, 6 e 8
4	Atividades que promovem o aprendizado de música e ciências a partir da experimentação.	3, 5 e 9.

Fonte: Autores.

Categoria 1 - Aprendizado de música e ciências por meio da criação de recursos educacionais

Fazem parte dessa categoria dois trabalhos que em suas propostas motivaram os alunos a escreverem letras musicais (artigo número 1; Gershon; Ben-Horin, 2014) ou expressar conhecimentos científicos ao explorar conhecimentos musicais ainda mais subjetivos, como estrutura, instrumento, gênero, altura etc. (artigo número 7; Ward *et al.*, 2018). Essas propostas demonstraram

efetividade tanto no quesito ensino-aprendizagem, quanto no trabalho de habilidades sociais, como o trabalho em grupo e a formulação e exposição de ideias, que também são pontos trabalhados com o currículo STEAM, visto que o método busca formar alunos integralmente capacitados para o bom convívio social (Bacich; Holanda, 2020).

Categoria 2 - Aprendizado de música e ciências através do uso de jogos educacionais

Essa categoria está composta por trabalhos cuja proposta baseia-se na aplicação de jogos educacionais que, por coincidência, utilizam meios tecnológicos para sua realização. Um deles, o artigo número 2, apresenta um jogo de reconhecimento gestual em que se estudam as forças de voo a partir da interação com a ópera de Mozart, chamada "A flauta Mágica" (Kim; Oh; Park, 2015). Já no artigo de Andrade, Burch e McCusker (2020) é apresentada a plataforma *Work, Study, Play!*, onde os alunos passam por etapas de aprendizado e testes com diferentes níveis de dificuldade e aprendem diferentes propriedades físicas do som.

Trabalhos com esse tipo de abordagem são conhecidos por promover maior interesse nos alunos sobre os conteúdos trabalhados graças devido aos desafios apresentados, e os aproxima do assunto a ser tratado, graças ao meio dinâmico e contextualizado ao dia-a-dia dos

discentes pelo qual o componente é ensinado (Calixto; Guimarães; Santos, 2020; Campos; Ramos, 2020).

Categoria 3 - Aprendizado de música e ciências ao explorar possibilidades por meio do Design Thinking

Os trabalhos que compõem essa categoria apresentam atividades de construção ou reconstrução de instrumentos musicais a partir de um processo bastante parecido com o design thinking, que consiste no trabalho dividido em cinco etapas, sendo elas: descobrir, interpretar, idealizar, experimentar e evoluir (Culén; Gasparini, 2019).

O artigo de número 4, por exemplo, estimula os alunos a produzirem uma flauta típica da cultura coreana chamada danso. Parte-se da exposição dos alunos a conhecimentos sobre a física dos sons para que, assim, possam compreender como funciona o instrumento e, em seguida, relacionar as informações descobertas para produzir seu próprio instrumento (Kim; Chae, 2016).

Já os artigos 6 e 8, de Kritsis et al. (2018) e Andreotti e Frans (2019) respectivamente, trabalham através de ferramentas e aplicativos digitais como as características do material que constitui o instrumento (seja percussivo ou de corda) altera as propriedades físicas do som, resultando em diferentes experiências auditivas.

Tais atividades envolvem o pensamento crítico e criativo e raciocínio lógico, ao passo que permite que o

aluno aprenda fazendo, que são características fundamentais do Design Thinking aplicado à educação (Mello; Almeida; Petrillo, 2021). Além disso, as atividades são focadas em desafios contextualizados ao ambiente em que o aluno está inserido, como observa-se no artigo 4, que utiliza um instrumento cultural para provocar o raciocínio dos discentes, e leva em consideração as observações feitas por cada um dos participantes (Munhoz, 2019), como foi relatado no artigo 8. Na educação STEAM, bem como no ensino de Biologia, tais características tendem a ser levadas em consideração para a promoção de uma aprendizagem significativa.

Categoria 4 - Aprendizado de música e ciências da experimentação

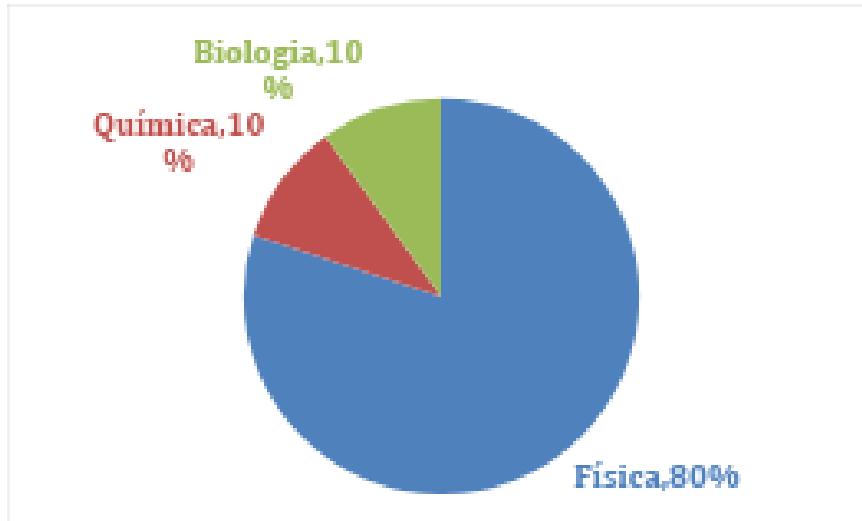
Também chamada de hands-on, a estratégia utilizada nos artigos 3, 5 e 9 permite que os alunos construam por si mesmos conhecimentos científicos ao relacioná-los com propriedades musicais através da experimentação. Os artigos número 3 e 5 apresentam abordagens educacionais em que, a partir de projetos que duram semanas, os estudantes exploram o ambiente musicalmente enquanto aprendem conceitos físicos, como a Teoria de Fourier (Minces et al., 2016; Gregorio et al., 2015). Já a proposta do artigo número 9 relaciona química com escalas musicais, de um modo que aminoácidos ordenados

por nível de hidrofobicidade são substituídos por notas musicais na partitura da música “brilha, brilha, estrelinha”, criando uma proteína hipotética que tem suas propriedades testadas por softwares especializados, permitindo que através dos testes os discentes aprendessem sobre estruturas de biomoléculas proteicas (Acan; Acan, 2019).

Em observação aos resultados das propostas descritas nas categorias listadas acima, percebe-se que, quando bem-sucedidas, as atividades experimentais instigam nos alunos a curiosidade de procurar na física – e em outras áreas das ciências da natureza – respostas para dúvidas cotidianas (Batista; Fusinato; Blini, 2009). Além disso, quando praticadas numa abordagem STEAM, podem contribuir para a compreensão da natureza das ciências, ao passo que mobiliza os estudantes e valoriza habilidades intelectuais e sociais (Pires, 2020).

Ainda considerando os dados expostos, percebe-se uma discrepância referente às áreas das ciências da natureza integradas nas abordagens envolvendo conhecimentos musicais, conforme observa-se no Gráfico 1.

Gráfico 1. Relação de artigos revisados por área das ciências da natureza.



Fonte: Autores.

Ao todo, os artigos abordam conteúdos de física, 1 artigo sobre química e 1 artigo sobre biologia. Supõe-se que esse desfalque ocorre por causa da relação direta existente entre a música e os efeitos sonoros, que podem ser analisados por meio da física. O fato de 6 artigos abordarem exatamente o estudo das propriedades do som reforça essa hipótese (artigos nº 3, 4, 5, 6, 8 e 10).

De tal situação pode-se deduzir que é mais viável trabalhar o estudo de fenômenos físicos em atividades interdisciplinares envolvendo conhecimentos musicais, ao passo que as áreas biológicas e químicas possuem modos diferentes de serem relacionadas à música em atividades do espectro da STEAM, requerendo propostas que estimulem a criatividade e que reforcem aspectos implícitos e subjetivos de tais ciências (tanto a musical, quanto as da natureza)

para associar os conhecimentos específicos de cada componente curricular, como foi realizado por Ward et al. (2018) e Acan e Acan (2019).

Elaboração de proposta educacional

Ainda na introdução, informou-se que os objetivos desta pesquisa consistem em (i) realizar um levantamento bibliográfico sobre propostas no âmbito STEAM que incluem conhecimentos científicos e musicais e, a partir das observações feitas, (ii) elaborar uma proposta integrativa que colabore com esse nicho educacional. Considerando as proporções de áreas das ciências inclusas nos trabalhos revisados, o cumprimento do segundo objetivo citado terá a intenção de auxiliar a solucionar o desfalque eluculado na revisão bibliográfica, em que se observou que física é a área mais comumente relacionada a conhecimentos musicais em propostas STEAM – até o momento do levantamento –, assim, o projeto descrito a seguir abordará biologia e música de maneira interdisciplinar.

A proposta elaborada consiste em um roteiro de atividades que pretende esclarecer com uma atividade prática o processo de transcrição genética, tirando-o do mundo microscópico ao utilizar a audição para representá-lo. Para isso, são utilizadas músicas folclóricas cujas notas musicais estão criptografadas em códons, que devem ser transcritos, decodificados, revisados e somente

então poderão ser tocadas para que o aluno descubra a música encriptada.

O roteiro pode ser baseado em diversas canções, e sua construção parte da criação de um quadro de referencial de códons aleatórios e notas musicais, contendo também os códons de iniciação e finalização como silêncio (Quadro 3).

Quadro 3. Modelo de quadro referencial com códons aleatórios relacionados a notas musicais e silêncio.

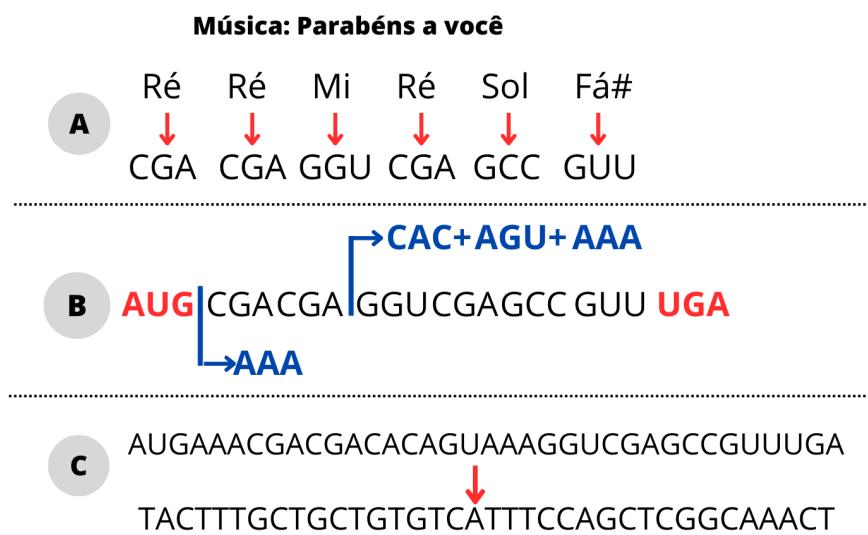
AUG	Silêncio	AAA	Dó	GGU	Mi	GCA	Sol#/Láb
UAA	Silêncio	AGG	Dó#/Reb	CAC	Fá	CCA	Lá
UAG	Silêncio	CGA	Ré	GUU	Fá#/Solb	UCA	Lá#/Sib
UGA	Silêncio	AGU	Ré#/Mib	GCC	Sol	AGC	Si

Fonte: Autores.

Tendo esse quadro pronto, escolhe-se uma música folclórica, para que possa ser facilmente identificada quando o aluno ouvir a sequência tocada, e seleciona-se um trecho com 14 notas (esse número pode mudar em decorrência da escolha do professor). Essas notas devem ser transformadas numa sequência de RNA utilizando os códons referentes a elas, conforme apresentado no passo A (Figura 3). Feito isso, adiciona-se os códons de início e fim e outros 6 códons que codificam notas musicais que destoam da oitava musical, ou que não aparecem no trecho selecionado (Passo B, da Figura 3), essas notas “erradas” serão retiradas na parte do roteiro que mimetiza o processo

de *splicing* que ocorre da transcrição genética. Por fim, essa sequência de códons deve ser passada para linguagem de DNA (Passo C, da Figura 3), logo, o roteiro está pronto para ser escrito.

Figura 3. Codificação utilizando 6 notas da música “Parabéns a você”.



Fonte: Autores.

Para a escrita das instruções no relatório, sugere-se seguir com a ideia de explicar a ciência com linguagem coloquial aderida de termos técnicos e científicos. Assim, pretende-se escrever um texto que dialoga com o nicho-alvo sem perder a essência e rigorosidade acadêmica (Treulieb, 2024). A escolha do tipo de linguagem servirá como ponte para a autonomia dos discentes enquanto desvendam os códigos e mimetizam o processo de transcrição, visto que, além de almejar uma aprendizagem mais independente de mediadores, o objetivo da atividade é também fomentar o letramento científico.

O roteiro aqui proposto possui 4 etapas: (1) o aluno deve transcrever a sequência de DNA; (2) os códons devem ser codificados em notas musicais com ajuda do quadro referencial; (3) mimetização do processo de *splicing*, ao retirar notas musicais que destoam; (4) tocar a sequência de notas no teclado musical e tentar reconhecer de ouvido a música que foi transcrita. Um exemplo de modelo de roteiro está apresentado a seguir, na Figura 4.

Figura 4. Exemplo de roteiro já escrito, com 6 notas da música
"Parabéns a você" codificadas.

1- Abaixo temos a sequência de nucleotídeos de um DNA. Como primeira atividade, suponha que você é uma Rna Polimerase, sua tarefa será transcrever a sequência de DNA abaixo utilizando sua base complementar para criar uma sequência de RNA;

3' - TAC T T G C T G C T G T C A T T C C A G C T C G G C A A A C T - 5'

2- Agora que você tem o pré-RNAm, você deve separar a sequência em trios, e relacionar os conjuntos às notas musicais referentes, de acordo com o quadro:

AUG	Silêncio	AAA	Dó	GGU	Mi	GCA	Sol#/Láb
UAA	Silêncio	AGG	Dó#/Reb	CAC	Fá	CCA	Lá
UAG	Silêncio	CGA	Ré	GUU	Fá#/Solb	UCA	Lá#/Sib
UGA	Silêncio	AGU	Ré#/Mi#b	GCC	Sol	AGC	Si

Sua resposta:

3- Assim como no processo de transcrição em eucariotos, você realizará o *Splicing*, ou seja, vamos retirar os grupos que não codificam notas para a música que estamos querendo tocar. Nesse caso, remova de sua sequência os grupos que não correspondem a: **Silêncio, Ré, Mi, Fá#, Sol, Lá e Si**. Anote como fica a sequência de grupos e notas após a retirada dos íntrons.

Sua resposta:

4- Para verificar se nosso RNAm está pronto para a tradução, vá até o teclado e toque as notas que permaneceram e tente identificar a música tocada.

Qual foi a música?:

Fonte: Autores.

É interessante que, antes de promover a realização da proposta detalhada acima, seja realizada uma aula teórica a respeito do conteúdo de transcrição genética. Desse modo, os alunos poderão revisar os conceitos aprendidos. Sugere-se também que, além do instrutor da disciplina, os alunos também recebam a orientação e acompanhamento de pessoas capacitadas na área de música, assim os conhecimentos musicais poderão ser bastante explorados e a parte artística não servirá somente como um apoio para o ensino de ciências.

Espera-se que, por meio da proposta elaborada, os alunos tenham acesso a uma prática de aprendizagem descontraída, porém fiel ao rigor científico, por não esconder ou substituir os termos técnicos exigidos para o estudo dos conteúdos de Biologia Molecular. Reitera-se também que, por incluir músicas folclóricas, o roteiro de atividades proposto proporciona aos estudantes um momento de interação com sua cultura e com seus conhecimentos cotidianos, fazendo-os assumir o papel principal no processo de ensino e aprendizagem, característica essa que é inerente às atividades educacionais que seguem o modelo educacional STEAM (Fernandéz *et al.*, 2023).

Conclusão

Conforme elucidado anteriormente, a pesquisa aqui descrita tem o propósito de realizar um levantamento bibliográfico para tomar conhecimento do acervo acadêmico relacionado ao desenvolvimento de propostas educacionais envolvendo conhecimentos musicais e científicos a partir de uma abordagem STEAM e, partindo das informações coletadas, propor uma atividade integradora que colabore para a composição do estado da arte do nicho investigado.

A primeira parte da pesquisa foi realizada a partir de uma revisão sistemática que rastreou dez artigos publicados entre 2014 e 2020, todos com o objetivo comum de aplicar atividades dentro dos protocolos do método STEAM que levassem em consideração os conhecimentos de música e áreas das ciências naturais. Percebe-se que a amostra de trabalhos para esse segmento de pesquisa é bem reduzida, o que pode indicar uma lacuna no estado da arte, principalmente a respeito da interdisciplinaridade entre música e biologia ou química, visto que essas duas últimas foram as menos citadas nas propostas analisadas.

Nota-se também que o *design thinking* e a experimentação mostram-se como métodos mais trabalhados nessas abordagens, o que pode significar que a geração de estudantes desse século desenvolve-se melhor quando podem comunicar suas opiniões e testar suas propostas, como é típico das condutas educacionais citadas. De toda forma, reitera-se a importância de, em pesquisas

futuras, atualizar o levantamento para verificar se há alteração no estado da arte, bem como verificar novamente se o desfalque quantitativo percebido entre física, biologia e química foi sanado.

A segunda etapa consistiu em elaborar uma proposta educacional que contribua para a constituição do acervo acadêmico sondado. Para isso, foi elaborado um roteiro de atividades envolvendo conhecimentos musicais (como tirar música de ouvido e ler notas musicais) e conhecimentos de biologia (como processos biomoleculares) por meio de uma mimetização do processo de expressão gênica. Pode-se inferir que o roteiro é bastante versátil e acessível, visto que pode ser adaptado para diferentes contextos e também por utilizar recursos de baixo custo em sua realização (como impressões e instrumentos virtuais), bem como é uma ferramenta que aproxima o aluno dos aspectos culturais expostos através da música. No entanto, para examinar sua eficácia, é sugerido que pesquisas mais detalhadas sejam feitas envolvendo a aplicação do produto e a análise quantitativa e qualitativa do aprendizado resultante da interação com o material, bem como verificar o nível de satisfação e interesse demonstrado pelos alunos em relação ao roteiro.

Por fim, conclui-se que a interação de conhecimentos musicais com processos de ensino e aprendizagem de ciências por meio de abordagens STEAM é proveitosa para o desenvolvimento de senso cultural, crítico e científico dos estudantes, uma vez que a música entra

como ferramenta incentivadora e a ciência entra como produto instigador. Ainda existem diversas possibilidades a serem exploradas nesse meio de pesquisa, e os dados aqui apresentados não excluem a necessidade de seguir alimentando e analisando o acervo acadêmico dessa área de estudos.

Referências

- ACAN, S. C.; ACAN, N. L. MUSIC NOTES TO AMINO ACID SEQUENCE: A STEAM APPROACH TO STUDY PROTEIN STRUCTURE. **BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY EDUCATION**, [S. L.], v. 47, n. 6, p. 669-671, 2019.
- AGUILERA, D; ORTIZ-REVILLA, J. STEM vs. STEAM EDUCATION AND STUDENT CREATIVITY: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW. **EDUCATION SCIENCES**, [S. L.], v. 11, n. 7, p. 331, 2021.
- ANDRADE, J., BURCH, A.; MCCUSKER, J. **WORK IN PROGRESS: WORK. STUDY. PLAY!** ASEE ANNUAL CONFERENCE AND EXPOSITION: AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION, 2020.
- ANDREOTTI, E.; FRANS, R. THE CONNECTION BETWEEN PHYSICS, ENGINEERING AND MUSIC AS AN EXAMPLE OF STEAM EDUCATION. **PHYSICS EDUCATION**, [S. L.], v. 54, p. 1-7, 2019.
- BARDIN, L. **ANÁLISE DE CONTEÚDO**. 1 ED. TRAD.: Luís A. RETO; AUGUSTO PINHEIRO. SÃO PAULO, SP: EDIÇÕES 70, 2016.
- BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A.; BLINI, R. B. REFLEXÕES SOBRE A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA. **ACTA SCIENTIARUM HUMAN AND SOCIAL SCIENCES**, [S. L.], v. 31, n. 1, p. 43-49, 2019.
- CALIXTO, J. M. T.; GUIMARÃES, M. M. G.; SANTOS, R. T. APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS. In: ALCÂNTARA, E. (ORG.). **INOVAÇÃO E RENOVAÇÃO ACADÊMICA: GUIA PRÁTICO DE UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS**. VOLTA REDONDA, RJ: FERP, 2020, p. 52-55.
- CÂMARA, R. H. ANÁLISE DE CONTEÚDO: DA TEORIA À PRÁTICA EM PESQUISAS SOCIAIS APLICADAS ÀS ORGANIZAÇÕES. **REVISTA INTERINSTITUCIONAL DE PSICOLOGIA**, v. 6, n. 2, p. 179-191, 2013.
- CAMPOS, T. R.; RAMOS, D. K. O USO DE JOGOS DIGITAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E BIOLOGIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA. **REVISTA ELECTRÓNICA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIA**, [S. L.], v. 19, n. 2, p.450-473, 2020.
- CULÉN, A. L.; GASPARINI, A. A. STEAM EDUCATION: WHY LEARN DESIGN THINKING?. In:

BABACI-WILHITE, Z. (ED.). **PROMOTING LANGUAGE AND STEAM AS HUMAN RIGHTS IN EDUCATION**. SINGAPORE: SPRINGER SINGAPORE, 2019.

FERNANDÉZ, E. G. *ET AL.* (2023). INTEGRANDO DE FORMA DIALÓGICO-PROBLEMATIZADORA AS ARTES NO STEAM. **REVISTA BINACIONAL BRASIL ARGENTINA: DIÁLOGO ENTRE AS CIÊNCIAS**, [S. L.], v. 12, n. 2, p. 72-87, 2023.

GERSHON, W. S.; BEN-HORIN, O. DEEPENING INQUIRY: WHAT PROCESSES OF MAKING MUSIC CAN TEACH US ABOUT CREATIVITY AND ONTOLOGY FOR INQUIRY-BASED SCIENCE EDUCATION. **INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATION AND ARTS**, [S. L.], v. 15, n. 19, p. 1-37, 2014.

GONZALÉZ-MARTÍN, C.; MARATONAS M. P.; ROYO, J. F. MUSIC AND MATHEMATICS: KEY COMPONENTS AND CONTRIBUTIONS OF AN INTEGRATED STEAM TEACHING APPROACH. **INTERNATIONAL JOURNAL OF MUSIC EDUCATION**, [S. L.], p. 1-16, 2024.

DISPONÍVEL EM:

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/02557614241248267>

GOMES, H. J. P.; OLIVEIRA, O. B. OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UM ESTUDO SOBRE SUAS INFLUÊNCIAS NAS CONCEPÇÕES DE ÁTOMO. **CIÊNCIAS E COGNição**, [S. L.], v. 12, 96-109, 2007. DISPONÍVEL EM:

<https://revista.cienciascognicao.org/index.php/cec/article/view/646>

GREGORIO, J. *ET AL.* **INTRODUCTION TO STEAM THROUGH MUSIC TECHNOLOGY (EVALUATION)**. ASEE ANNUAL CONFERENCE. EXPOSITION. SEATTLE, 2015.

GRIMBERG, B. IRENE; WILLIAMSON, KATHRYN; KEY, JOEY SHAPIRO. FACILITATING SCIENTIFIC ENGAGEMENT THROUGH A SCIENCE-ART FESTIVAL. **INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION PART B**, v. 9, n. 2, p. 114-127, 2019. DISPONÍVEL EM:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/21548455.2019.1571648>

HENRIKSEN, D. FULL STEAM AHEAD: CREATIVITY IN EXCELLENT STEAM TEACHING PRACTICES. **THE STEAM JOURNAL**, [S. L.], v. 1, n. 2, p. 1-7, 2014. DISPONÍVEL EM:

<https://scholarship.claremont.edu/steam/vol1/iss2/15/>

KIM, H. S.; OH, S.; PARK, Y. H. DEVELOPING AN EDUCATIONAL GAME FOR ART EDUCATION: GESTURE RECOGNITION-BASED PERFORMANCE GUIDANCE FOR MOZART'S OPERA MAGIC FLUTE. *In:* P. IOANNOU, P.; ZAPHIRIS, A. **INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEARNING AND COLLABORATION TECHNOLOGIES**. SWITZERLAND: LCT, 2015, p. 573-582.

Geoeconomia política multinível: Relato de projeto de ensino em nível...

Tiago Camarinha Lopes • Nicolas Milmes Alves Souza • *et al.*

KIM, H.; CHAE, D. H. THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF A STEAM PROGRAM BASED ON TRADITIONAL KOREAN CULTURE. **EURASIA JOURNAL OF MATHEMATICS, SCIENCE, TECHNOLOGY EDUCATION**, [S. L.], v. 12, n. 7, p. 1925-1936, 2016.

DISPONÍVEL EM:

[HTTPS://WWW.EJMSTE.COM/ARTICLE/THE-DEVELOPMENT-AND-APPLICATION-OF-A-STEAM-PROGRAM-BASED-ON-TRADITIONAL-KOREAN-CULTURE-4581](https://www.ejmste.com/article/the-development-and-application-of-a-steam-program-based-on-traditional-korean-culture-4581)

KRITSIS, KOSMAS ET AL. DESIGN AND INTERACTION OF 3D VIRTUAL MUSIC INSTRUMENTS FOR STEAM EDUCATION USING WEB TECHNOLOGIES. **ZENODO**, 2018. DISPONÍVEL EM:
[HTTP://DX.DOI.ORG/10.5281/ZENDODO.1341741](http://dx.doi.org/10.5281/zendodo.1341741)

KIM, YOUNGMOO E. ET AL. ENABLING CREATIVE COLLABORATION FOR ALL LEVELS OF LEARNING. **PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA**, v. 116, n. 6, p. 1878-1885, 2019. DISPONÍVEL EM:
[HTTPS://WWW.PNAS.ORG/DOI/FULL/10.1073/PNAS.1808678115](https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1808678115)

LIBERATI, ALESSANDRO ET AL. THE PRISMA STATEMENT FOR REPORTING SYSTEMATIC REVIEWS AND META-ANALYSES OF STUDIES THAT EVALUATE HEALTH CARE INTERVENTIONS: EXPLANATION AND ELABORATION. **PLoS MEDICINE**, v. 6, n. 7, p. e1000100, 2009.

DISPONÍVEL EM:

[HTTPS://JOURNALS.PLOS.ORG/PLOSMEDICINE/ARTICLE?ID=10.1371/JOURNAL.PMED.1000100](https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1000100)

MAEDA, JOHN. STEM + ART = STEAM. **THE STEAM JOURNAL**, v. 1, n. 1, p. 1-3, 2013. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://SCHOLARSHIP.CLAREMONT.EDU/STEAM/VOL1/ISS1/34/](https://scholarship.claremont.edu/steam/vol1/iss1/34/)

MAIA, DENNYS LEITE; CARVALHO, RODOLFO ARAÚJO DE; APPELT, VERIDIANA KELIN. ABORDAGEM STEAM NA EDUCAÇÃO BÁSICA BRASILEIRA: UMA REVISÃO DE LITERATURA. **REVISTA TECNOLOGIA E SOCIEDADE**, v. 17, n. 49, p. 68, 2021. DISPONÍVEL EM:
[HTTPS://PERIODICOS.UTFPR.EDU.BR/RTS/ARTICLE/VIEW/13536](https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13536)

MEDEIROS, U. P. A ORIGEM DAS PAISAGENS MUSICAIS: PAISAGENS SONORAS, AS QUATRO ESTAÇÕES DE VIVALDI E O ROMANTISMO. **GEOGRAFIA**, [S. L.], v. 47, n. 1, p. 1-17, 2022.

MELLO, C. M.; ALMEIDA, J. R. M.; PETRILLO, R. P. **PARA COMPREENDER O DESIGN THINKING**. RIO DE JANEIRO, RJ: PROCESSO, 2021.

MINCES, V. ET AL. (2016). **LISTENING TO WAVES: USING COMPUTER TOOLS TO LEARN SCIENCE THROUGH MAKING MUSIC**. 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND NEW LEARNING TECHNOLOGIES. BARCELONA, 2016, p. 3844-3852.

Geoconomia política multinível: Relato de projeto de ensino em nível...

Tiago Camarinha Lopes • Nicolas Milmes Alves Souza • et al.

MOER, D., LIBERATI, A., TETZLAFF, J., ALTMAN, D. G. PREFERRED REPORTING ITEMS FOR SYSTEMATIC REVIEWS AND META-ANALYSES: THE PRISMA STATEMENT. **PLoS MEDICINE**, [S. L.], v. 6, n. 7, p. 1-6, 2009.

MUNHOZ, A. S. APRENDIZAGEM ATIVA VIA TECNOLOGIAS. S.L.: INTERSABERES.
PIRES, M. O STEAM E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS. In: BACICH L; HOLANDA, L. (ORG.). **STEAM EM SALA DE AULA: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS INTEGRANDO CONHECIMENTOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**. 1º ED. PORTO ALEGRE, RS: PENSO, 2019.

SANTOS, L. C.; RIBEIRO, K. S.; PRUDÊNCIO, C. A. V. PERCEPÇÕES DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS QUANTO AO ENSINO DE EMBRIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: DIFICULDADES E ESTRATÉGIAS E TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA. **REVISTA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**, [S. L.], v. 11, n. 7, p. 276-297, 2020.

SANZ-CAMARERO, R.; ORTIZ-REVILLA, J.; GRECA, I. M. THE IMPACT OF INTEGRATED STEAM EDUCATION ON ARTS EDUCATION: A SYSTEMATIC REVIEW. **EDUCATION SCIENCES**, [S. L.], v. 13, n. 11, p. 1139, 2023.

SNYDER, H. LITERATURE REVIEW AS A RESEARCH METHODOLOGY: AN OVERVIEW AND GUIDELINES. **JOURNAL OF BUSINESS RESEARCH**, [S. L.], v. 104, p. 333-339, 2019.

SOARES, W.; BARBOSA, M. L. O.; SILVA, J. R. F. O USO DE EXPRESSÕES ARTÍSTICAS NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR: UMA PROPOSTA COMBINANDO METODOLOGIAS ATIVAS E INTERDISCIPLINARIDADE. **RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT**, [S. L.], v. 10, n. 6, p. 1-17, 2019.

SULLIVAN, A.; BERS, M. U. DANCING ROBOTS: INTERACTING ART, MUSIC AND ROBOTICS IN SINGAPORE'S EARLY CHILDHOOD CENTERS. **INTERNATIONAL JOURNAL OF TECHNOLOGY AND DESIGN EDUCATION**, [S. L.], v. 28, n. 1, p. 325-346, 2018.

TREULIEB, L. (RED.). GUIA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA UFSM (PP.45). SANTA MARIA, RS: PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO, 2024.

TRILLING, B., FADEL, C. **21ST CENTURY SKILLS: LEARNING FOR LIFE IN OUR TIMES**. SAN FRANCISCO, CA: JOSSEY-BASS, 2009.

VIVALDI, A. As quatro estações. In: VIVALDI, A. (ORG.). **IL CIMENTO DELL'ARMONIA E DELL'INVENTIONE, OPUS VIII (PARTITURAS 1-4)**. AMSTERDÃ, LN, 1725.

WATSON, A. D.; WATSON, G. H. TRANSITIONING STEM TO STEAM: REFORMATION OF ENGINEERING EDUCATION. **THE JOURNAL FOR QUALITY PARTICIPATION**, [S. L.], v. 36, n. 3, p. 1-14, 2013.

WARD, S. J. *ET AL.*. SONGWRITING TO LEARN: HOW HIGH SCHOOL SCIENCE FAIR PARTICIPANTS USE MUSIC TO COMMUNICATE PERSONALLY RELEVANT SCIENTIFIC CONCEPTS. **INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION**, [S. L.], PART B, v. 8, n. 4, p. 307-324, 2018.

ZEIDLER, DANA L. STEM EDUCATION: A DEFICIT FRAMEWORK FOR THE TWENTY-FIRST CENTURY? A SOCIOCULTURAL SOCIOSCIENTIFIC RESPONSE. **CULTURAL STUDIES OF SCIENCE EDUCATION**, v. 11, n. 1, p. 11–26, 2016.