



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE CASTANHAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA EM REDE
NACIONAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL
(PROFMAT)

FLÁVIO DANIEL LUZ RÊGO

**ENSINO DE FRAÇÕES EM TURMAS DO 6º ANO FUNDAMENTAL COM
USO DA ABORDAGEM STEAM - (SCIENCE, TECHNOLOGY,
ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS)**

Belém/Pará
2022

FLÁVIO DANIEL LUZ RÊGO

**ENSINO DE FRAÇÕES EM TURMAS DO 6º ANO FUNDAMENTAL COM
USO DA ABORDAGEM STEAM - (SCIENCE, TECHNOLOGY,
ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, no Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, da Universidade Federal do Pará – UFPA, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Gerlândia de Castro Silva Thijm

Belém/Pará
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

R343e Rêgo, Flávio Daniel Luz.
Ensino de frações em turmas do 6º ano fundamental :
Com uso da abordagem steam - (science, technology,
engineering, arts and mathematics) / Flávio Daniel Luz Rêgo.
— 2022.
X, 63 f. : il. color.

Orientador(a): Profª. Dra. Gerlândia de Castro Silva
Thijm
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Ciências Exatas e Naturais, 1, Belém, 2022.

2. Ensino de frações. 3. Metodologias ativas. 4.
Steam. I. Título.

Ativar o Windows:
Acesse Configurações

FLÁVIO DANIEL LUZ RÊGO

**ENSINO DE FRAÇÕES EM TURMAS DO 6º ANO FUNDAMENTAL COM
USO DA ABORDAGEM STEAM - (SCIENCE, TECHNOLOGY,
ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS)**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, no Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, da Universidade Federal do Pará – UFPA, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Matemática

DATA DE AVALIAÇÃO:

CONCEITO:

BANCA AVALIADORA

Profa. Dra. Gerlândia de Castro Silva Thijm – PROFMAT/UFPA
(Orientadora – Presidente da banca)

Prof. Dr. Leandro Passarinho Reis Júnior - ICB/UFPA
(Examinador Externo)

Prof. Dr. Edilberto Oliveira Rozal – PROFMAT/UFPA
(Membro interno)

Belém/Pará
2022

Ao meu pai, Raimundo Silva da Luz
(*in memoriam*), que embora não
sendo meu pai biológico, me criou
como filho. Não fosse por ele, este
trabalho não seria escrito.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder ter hoje aquilo que Lhe pedi tanto no passado.

À minha mãe, Izabel Cristina Silva da Luz, por ter estado sempre ao meu lado me apoiando em todo tempo.

À minha segunda mãe, tia e madrinha, Maria da Conceição Luz Dias, por, em todos os momentos, me ajudar, aconselhar e amar como uma mãe ama um filho.

À minha família pelo apoio, compreensão e ajuda.

Aos professores e colegas do PROFMAT pelos momentos de aprendizado e companheirismo.

À minha orientadora, Dr^a Gerlândia de Castro Silva Thijm, pelo apoio imprescindível na produção e defesa deste texto.

“A aprendizagem ativa mais relevante é a relacionada à nossa vida, aos nossos projetos e expectativas. Se o estudante percebe que o que aprende o ajuda a viver melhor, de uma forma direta ou indireta, ele se envolve mais.”

José Moran (BACICH; MORAN, 2018, p.21,22).

RESUMO

O presente trabalho aborda o uso das metodologias ativas para uma educação inovadora com ênfase na abordagem *STEAM* (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) no ensino de frações para turmas de matemática do sexto ano do ensino fundamental. Tem como objetivo analisar que contribuições podem apresentar propostas de sequência didática baseadas na metodologia *STEAM* para o ensino de frações. A produção desse estudo foi subdividida em dois momentos: levantamento da literatura disponível sobre o assunto e apresentação de uma sequência didática como proposta de atividade ao professor com intuito de motivá-lo a diversificar sua prática pedagógica na abordagem dos conteúdos de frações com os estudantes de turmas do sexto ano. A sequência didática sugerida, embora baseada numa ideia simples que é de, através da construção de um monocórdio com materiais do cotidiano ensinar conteúdos de frações, tem por finalidade abordar, de forma transdisciplinar, o assunto de maneira que os estudantes, fazendo uso de ferramentas de diversas áreas (ciência, tecnologia, engenharia, arte e matemática) participem de forma ativa na produção do conhecimento bem como percebam as conexões existentes entre as diversas áreas do saber. Como proposta metodológica, considera-se que as metodologias ativas, principalmente a *STEAM*, tem o potencial de oferecer, dentro da perspectiva da sequência didática, um norteamento ao professor que, fazendo uso das metodologias ativas de ensino na sua prática pedagógica, poderá tornar o conteúdo de frações uma atividade transdisciplinar e dinâmica em que o estudante tenha a capacidade de relacionar conteúdos de diferentes disciplinas e fazer as devidas conexões com o seu cotidiano.

Palavras-chave: Ensino de frações. Metodologias Ativas. *STEAM*. *Sequência didática*.

ABSTRACT

The present work approaches the use of active methodologies for an innovative education with emphasis on the STEAM approach (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) in the teaching of fractions for mathematics classes of the sixth year of elementary school. It aims to analyze which contributions can present didactic sequence proposals based on the STEAM methodology for teaching fractions. The production of this study was divided into two moments: survey of the available literature on the subject and presentation of a didactic sequence as a proposed activity for the teacher with the aim of motivating him to diversify his pedagogical practice in approaching the contents of fractions with students of sixth grade classes. The suggested didactic sequence, although based on a simple idea that is, through the construction of a monochord with everyday materials to teach content of fractions, aims to approach, in a transdisciplinary way, the subject so that students, making use of tools from different areas (science, technology, engineering, art and mathematics) participate actively in the production of knowledge as well as perceive the existing connections between the different areas of knowledge. As a methodological proposal, it is considered that active methodologies, mainly STEAM, have the potential to offer, within the perspective of the didactic sequence, guidance to teachers who, making use of active teaching methodologies in their pedagogical practice, can make the fraction content a transdisciplinary and dynamic activity in which the student has the ability to relate content from different disciplines and make the necessary connections with their daily life.

Keywords: Teaching fractions. Active Methodologies. STEAM. Following teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Pirâmide de Aprendizagem	21
Figura 02	Exemplo do martelo	26
Figura 03	Frequência do som	27
Figura 04	Escala musical como metodologia de ensino para frações	29
Figura 05	Pirâmide	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 BREVES REFLEXÕES SOBRE AS METODOLOGIAS ATIVAS.....	14
3 ABORDAGEM <i>STEAM</i> NO TRABALHO COM FRAÇÕES.....	26
3.1 NOTAS HISTÓRICAS DA CONCEPÇÃO METODOLÓGICA.....	31
3.2. MOVIMENTO <i>STEAM</i> : DO CENÁRIO INTERNACIONAL AO BRASILEIRO. .	35
3.3 <i>STEAM</i> TENDO FRAÇÕES COMO CONTEÚDO NO ENSINO FUNDAMENTAL. .	40
4 PROPOSTA PEDAGÓGICA COM <i>STEAM</i> PARA ENSINO DE FRAÇÕES.....	47
4.1 CAMINHOS METODOLÓGICOS.....	49
4.2 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO FORMA DE PLANEJAMENTO DE AULA. .	51
4.2.1 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	5
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
REFERÊNCIAS.....	73

1 INTRODUÇÃO

Ensinar sempre foi um desafio, entretanto, no século XXI, essa tarefa adquiriu um caráter excepcionalmente complexo para o professor. Tanto em sala de aula como durante o planejamento de sua prática, os educadores têm se debruçado sobre essas questões, tentando compreender de que forma é possível motivar os estudantes a aprender os conteúdos ministrados nas aulas ou como é possível tornar as aulas mais atrativas a ponto de estimular o engajamento e a participação. Assim, entende-se que o fator crucial para um ensino relevante é fazer com que os conteúdos ministrados nas aulas tenham significado na vida do estudante, isto é, que este consiga estabelecer a relação dos conteúdos ensinados em sala com seu cotidiano.

As respostas para essas inquietações não são fáceis nem simples, entretanto, é consenso que não estão no método tradicional de ensino, onde o estudante é um sujeito passivo no processo educativo que funciona centrado no professor. De acordo com Bacich e Moran (2018), algumas indagações estão presentes na mente da maioria dos estudantes que questionam, por exemplo, o sentido da escola, diante da facilidade do acesso à informação, de possíveis interações que a tecnologia propicia e que permitem a colaboração e possibilidade de troca de ideias com pessoas do mundo todo. Isto é, em um mundo rodeado de tecnologia, onde se tem uma quantidade praticamente infinita de informação disponível na internet não faz sentido o docente trazer para sala de aula fórmulas prontas que estão disponíveis na *web* (rede de conexões de computadores) e que se espera que sejam “aprendidas” utilizando métodos da repetição onde o estudante se torna praticamente um autômato, apenas refazendo de forma mecânica o conteúdo abordado em sala de aula.

Esse método, além de ser ineficaz para a maioria esmagadora do alunado, desmotiva aquele estudante que busca no ensino respostas para inúmeros problemas do dia a dia. Ainda assim, observa-se grande dificuldade e até aversão em grande parte dos educadores, à novas metodologias, propostas interdisciplinares, talvez por falta de qualificação, de aprendizado de novos métodos. Assim, quando pensamos em novas formas de ensinar ao aluno, é fundamental pensarmos na formação e na qualificação dos

professores, diretores, coordenadores e todo o corpo técnico escolar, para que todo o conjunto faça parte e entenda o que será passado aos alunos. Desta forma, faz-se necessário a escola se organizar, com atividade e qualificações continuadas, em busca da atualização e aperfeiçoamento de seus professores.

Partindo dos pressupostos mencionados, supõe-se que uma possível alternativa poderia ser empregada para suplantar os grandes desafios impostos aos educadores dos séculos XXI. Entre a enorme gama de possibilidades, surge a aplicação de metodologias ativas de aprendizagem, nas quais sobressai o protagonismo dos alunos, que estarão em total imersão no planejamento e execução das atividades.

Dentre as abordagens sobre metodologias ativas está a metodologia *STEAM* (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) que propõe ações interdisciplinares voltadas a um currículo integrado com diferentes possibilidades pedagógicas integradas, também, ao cotidiano dos estudantes.

Diferentes conteúdos matemáticos podem ser abordados a partir da abordagem *STEAM*, como o de frações, um gargalo quando se aborda o ensino-aprendizagem no sexto ano.

Dado que o conteúdo de frações acompanhará o estudante, não apenas no decorrer de sua vida acadêmica mas no cotidiano, é fundamental que o mesmo compreenda, ainda no sexto ano, os conceitos deste assunto tão pertinente.

Entretanto, é fato que não são poucas as dificuldades do professor de matemática de abordar este assunto no sexto ano. Escolas com estrutura precária, muitos alunos com defasagem de conhecimento em assuntos que são pré-requisitos para a aprendizagem dos conteúdos de frações como domínio das operações básicas de matemática, em particular a multiplicação e a divisão, salas de aula superlotadas, são apenas alguns dos fatores que contribuem para aumentar a problemática de se ensinar matemática no Brasil, em particular no sexto ano do ensino fundamental.

Soma-se a isso a falta ou a oferta precária de formação continuada para os docentes, elemento fundamental na vida de qualquer profissional.

Neste contexto, surge a seguinte indagação: que contribuições podem apresentar propostas de intervenções pedagógicas com base na metodologia *STEAM* para o ensino de frações no sexto ano?

Por isso, este estudo aborda o uso das metodologias ativas para uma educação inovadora com ênfase na abordagem *STEAM* no ensino de frações para turmas de matemática do sexto ano do ensino fundamental com o objetivo analisar que contribuições podem apresentar propostas de sequência didática baseadas na metodologia *STEAM* para o ensino de frações. A pesquisa foi subdividida em dois momentos: levantamento da literatura disponível sobre o assunto e apresentação de uma sequência didática como proposta de atividade docente.

A apresentação do texto da dissertação compreende, o capítulo da introdução; o capítulo dois que discute e apresenta alguns conceitos de metodologias ativas; o capítulo três voltada à abordagem *STEAM* e o ensino de frações e o quarto capítulo com a proposta de intervenção pedagógica a partir de uma sequência didática.

Espera-se, com este estudo, contribuir para que futuras ações no campo do ensino de matemática, possam ser planejadas com intuito de promover o protagonismo discente em seu processo de aprendizagem em contraposição a ações passivas e sem significado para o desenvolvimento de sua vida escolar.

2 BREVES REFLEXÕES SOBRE AS METODOLOGIAS ATIVAS

Após o período de ensino exclusivamente remoto que a pandemia do novo coronavírus (2019) impôs, ficou evidente que as formas de ensino baseadas em modelos tradicionais e tecnicistas estão cada vez mais defasadas. Foram inúmeras as tentativas de exercícios, dinâmicas e aulas diferenciadas para que os estudantes do ensino básico ao superior assimilassem, entendessem e dominassem os assuntos estudados por meio de plataformas *online*.

Segundo Bergmann (2018), uma das maiores deficiências da educação tradicional, e que a torna inviável para os dias atuais, é que ela se baseia no modelo de produção que surge com a revolução industrial. Semelhante ao modelo fordista de fabricação em que os estudantes são tratados como se fossem máquinas em uma linha de montagem: são organizados em carteiras enfileiradas, devem ouvir um “especialista” que expõe determinado tema e fazer um teste avaliativo baseado nas informações recebidas.

Essa abordagem desconsidera muitas variáveis evidentes para aqueles que estão familiarizados com a prática de sala de aula como o fato de que os estudantes, na maioria esmagadora das situações, não estão em um mesmo nível de conhecimento do conteúdo, na turma e, dessa forma, o método de ensino tradicional apenas aumenta o abismo de conhecimento entre os educandos. Entre as consequências mais evidentes disso está a desmotivação produzida, em muitos estudantes, pelo fato de não conseguirem acompanhar os conteúdos abordados.

Neste sentido, este trabalho trata sobre uma abordagem que tem conquistado cada vez mais espaço no cenário educacional mundial e brasileiro, principalmente a partir da aprovação da nova legislação que rege a educação no Brasil: a Abordagem *STEAM* e como ela pode ser aplicada no ensino de frações em turmas de 6º ano. Assim, neste tópico o trabalho apresenta o conceito de Metodologias Ativas (MA)¹, já bastante utilizado e aplicado em diversas áreas do ensino.

¹ Semelhante aos pesquisadores do tema, escolheu-se utilizar no decorrer do trabalho as iniciais MA para se referir ao termo Metodologias Ativas.

Segundo Castellar (2016), no início do século XX, John Dewey, um dos expoentes do movimento que ficou conhecido como Escola Nova, já questionava o método tradicional de ensino. Através de análises empíricas, Dewey percebeu que os estudantes aprendiam conteúdos de forma eficaz quando realizavam atividades nas quais o assunto ministrado era aplicado por eles mesmos na resolução de problemas concretos do cotidiano, como no caso em que os alunos aprenderam operações com números decimais indo a uma marcenaria e calculando o valor da produção de alguns móveis (CASTELLAR 2016).

Ainda de acordo com Castellar (2016), no decorrer do século XX e início do século XXI, muitas teorias e métodos foram propostos com o intuito de superar ou minimizar as dificuldades associadas ao ato de ensinar. Percebeu-se que as práticas, denominadas Metodologias Ativas, que tiravam o estudante da posição passiva e o colocavam como responsável pelo processo de construção do seu conhecimento na qual se utilizavam recursos, muitas vezes concretos, que visavam garantir uma aprendizagem significativa atingiam relativo sucesso.

Sendo assim, Bacich e Moran (2018) corroboram que as Metodologias Ativas tem como origem o movimento Escola Novista de John Dewey. Este propunha que se “aprendia fazendo” (*learning by doing*), ou seja, o estudante saía do papel de sujeito passivo do aprendizado e assumia papel ativo na construção do conhecimento.

Dessa forma, segundo Bacich e Moran (2018), para Dewey, a educação não seria uma preparação para a vida, ela acompanharia a própria vida e o desenvolvimento da pessoa, propiciando o desenvolvimento da autonomia através da experiência, da reflexão dessa experiência e da reconstrução da experiência.

De modo geral, observa-se que os pesquisadores apontaram como pontos centrais das Metodologias Ativas (MA) o papel protagonista do estudante, a independência, a autonomia e o engajamento no aprender, além da importância do trabalho em equipe. Oliveira, Oliveira e Santos (2021, p. 42) pontuam o papel dos professores como formadores humanos.

É necessário que os professores estimulem os alunos a pensarem de modo autônomo. Um dos pressupostos das Metodologias Ativas é justamente a possibilidade de autorregulação da aprendizagem com vistas ao incentivo à construção de conhecimento colaborativo. Nas práticas tradicionalistas, os professores são concebidos como meros transmissores, diferentemente que nas concepções onde se tem o uso de Metodologias Ativas cuja criação de projetos torna-se viável.

Além disso, os autores classificam as MA em dois grupos, baseados nos conceitos “aprendizagem colaborativa” e “aprendizagem cooperativa”, descritos por Lovato *et al.* (2018). Na aprendizagem colaborativa encontram-se as seguintes MA: Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning* – PBL); Problematização; Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project-Based Learning*); Aprendizagem Baseada em Times (*Team-Based Learning* – TBL); Instrução por Pares (*Peer-Instruction*) e Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*). Já na aprendizagem cooperativa, o grupo de MA são: *Jigsaw*; Divisão dos Alunos em Equipe para o Sucesso (*Student-Teams-Achievement-Divisions* – STAD) e Torneio de Jogos em Equipes (*Teams-Games-Tournament* – TGT). Estas são técnicas de aprendizagem que podem ser aplicadas para o Ensino de Matemática para os anos iniciais do Ensino Fundamental.

Entre as abordagens de ensino citadas, as colaborativas têm se destacado, pelo menos no Brasil, pela quantidade de educadores que as têm utilizado em sua prática e de autores que tem produzido material referente à elas. Apesar de ambas permitirem ao educando uma participação ativa na produção de seu conhecimento, segundo Teodoro (2016) as abordagens colaborativas possuem peculiaridades que estão mais alinhadas com a nova BNCC (BRASIL, 2018), como o: desenvolvimento no estudante da comunicação, da empatia e da cooperação.

Além disso, nas abordagens colaborativas o foco passa a ser o processo e não mais o produto. Isso permite que o professor avalie a aprendizagem do estudante em todas as etapas da atividade e não apenas em sua culminância.

Outro fator crucial é o do professor atuar como mediador permitindo que o estudante desenvolva sua autonomia e criatividade, características desejadas pela nova legislação.

De forma resumida, Teodoro (2016), aponta algumas diferenças e semelhanças entre as abordagens colaborativa e cooperativa que foram resumidas no quadro 1:

Quadro 1 - **Diferenças e semelhanças entre as aprendizagens colaborativa e cooperativa**

Aprendizagem colaborativa	Aprendizagem cooperativa
Diferenças	
O foco é no processo.	O foco é no produto.
As atividades dos membros do grupo são geralmente não-estruturadas: os seus papéis são definidos à medida que em a atividade se desenvolve.	As atividades dos membros do grupo são geralmente estruturadas: os seus papéis são definidos a priori, sendo resguardada a possibilidade de renegociação desses papéis.
Com relação ao gerenciamento das atividades, a abordagem é centrada no aluno.	Com relação ao gerenciamento das atividades, a abordagem é centrada no professor.
O professor não dá instruções aos alunos sobre como realizar as atividades em grupo	O professor dá instruções aos alunos sobre como realizar as atividades em grupo
Semelhanças	
Os alunos tornam-se mais ativos no processo de ensino-aprendizagem, já que não recebem passivamente informações do professor	
O ensino e aprendizagem tornam-se experiências compartilhadas entre os alunos e o professor.	
A participação em pequenos grupos favorece o desenvolvimento das habilidades intelectuais e sociais.	

TEODORO, 2016, p. 30.

Apesar de não ser o propósito deste trabalho, é importante que sejam apresentadas, ainda que de forma breve, as várias abordagens colaborativas e suas características por suas similaridades com a abordagem *STEAM*. A gamificação é uma dessas abordagens. Embora, à primeira vista, o nome sugira o uso de jogos eletrônicos (games), essa abordagem transpõe esse significado pois sua aplicação visa promover a experiência dos jogos no ensino. Fazendo uso de vários elementos como: narrativa, pontuação, colaboração, entre outros, essa abordagem se propõe a gerar engajamento e melhorar a dinâmica das atividades em sala.

Segundo Murr e Ferrari (2020, p.7,8):

É importante compreender, no entanto, que não se trata simplesmente do uso de jogos. Utilizar um jogo qualquer para explicar um conceito não se enquadra, atualmente, no entendimento dos pesquisadores sobre gamificação. Ela não envolve necessariamente a participação em um jogo, mas aproveita, dos jogos, os elementos que produzem os benefícios. A gamificação usa a estética, a estrutura, a forma de raciocinar presente nos games, tendo como resultado tanto motivar ações como promover aprendizagens ou resolver problemas, utilizando as estratégias que tornam o game interessante. Estas são as mesmas usadas para resolver problemas internos ao jogo, mas em situações reais.

Outra abordagem importante de ser citada é o ensino híbrido pois, durante a pandemia de COVID 19, principalmente nos anos de 2020 e 2021, com a necessidade de distanciamento social visando conter ou reduzir a velocidade de transmissão do vírus, não era possível se manter todos os alunos no ensino presencial. Sendo assim, muitas escolas optaram por um sistema de rodízio entre os alunos onde parte do conteúdo era ministrado presencialmente e outra parte de forma remota. Embora essa abordagem tenha se popularizado recentemente, após a pandemia (algumas unidades de ensino já a utilizavam), a tendência é que sua aplicação ganhe mais força.

Segundo Bacich, Neto e Trevisani (2015), existem diversas definições para o ensino híbrido, porém, todas apontam, de maneira geral, para dois modelos de aprendizagem: o presencial, em sala de aula e o *on-line*, através de tecnologias digitais.

Os autores destacam que:

Podemos considerar que esses dois ambientes de aprendizagem, a sala de aula tradicional e o espaço virtual, tornam-se gradativamente complementares. Isso ocorre porque, além do uso de variadas tecnologias digitais, o indivíduo interage com o grupo, intensificando a troca de experiências que ocorre em um ambiente físico, a escola. O papel desempenhado pelo professor e pelos alunos sofre alterações em relação à proposta de ensino considerado tradicional, e as configurações das aulas favorecem momentos de interação, colaboração e envolvimento com as tecnologias digitais. O ensino híbrido configura-se como uma combinação metodológica que impacta na ação no professor em situações de ensino e na ação dos estudantes em situações de aprendizagem. (BACICH, NETO, TREVISANI, 2015. p.74,75).

Outra abordagem importante de ser citada é a Sala de Aula Invertida. Segundo Bergmann e Sams (2018 p.33):

Basicamente, o conceito de sala de aula invertida é o seguinte: o que tradicionalmente é feito em sala de aula, agora é executado em casa, e o que tradicionalmente é feito como trabalho de casa, agora é realizado em sala de aula.

Sendo assim, de maneira geral, os educadores que utilizam tal abordagem, a apresentam da seguinte forma: o professor grava ou indica vídeos com os conteúdos a serem abordados para os estudantes assistirem em casa. Posteriormente o assunto do vídeo é discutido em sala. Essa abordagem tem muitos pontos positivos, entre os quais o fato de o estudante ter contato prévio com o conteúdo antes do mesmo ser abordado em sala.

Uma das desvantagens, segundo Bergmann e Sams (2018) é que os estudantes não podem tirar dúvidas com o professor no momento em que tem esse contato inicial com o conteúdo, isto é, no momento em que assistem aos vídeos. Nesse caso, é importante que o professor invista tempo, inicialmente, instruindo os estudantes sobre como adotar uma postura que possibilite um bom aproveitamento dos estudos ao utilizar o referido método. Essas orientações devem ser no sentido de indicar ao estudante como anotar pontos importantes e dúvidas além de fazer resumos sobre o conteúdo abordado. Assim, no momento da aula, o professor deve separar um momento para responder esses questionamentos. Dessa forma, o professor deixa de ser um condutor do conhecimento e passa a assumir a tarefa de tutor e orientador.

Além disso, e talvez o maior benefício, de acordo com Bergmann e Sams (2018), é que a sala de aula invertida permite que os estudantes tenham

uma educação personalizada, que tem por objetivo se ajustar às necessidades individuais dos mesmos.

Inverter a sala de aula tem mais a ver com certa mentalidade: a de deslocar a atenção do professor para o aprendiz e para a aprendizagem. Todo professor que optar pela inversão, terá uma maneira distinta de colocá-la em prática. Com efeito, ainda que tenhamos desenvolvido as salas de aula invertidas juntos e nossas salas de aula sejam vizinhas, ambas ainda seriam distintas entre si, assim como nossas personalidades e nossos estilos didáticos se diferenciam em meio às semelhanças. (BERGMANN; SAMS, 2018, p.30)

É de grande relevância para este trabalho falar também sobre a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), a qual, como toda metodologia ativa, busca dar protagonismo ao estudante. Ela funciona basicamente da seguinte forma: o professor propõe um problema para a turma e os estudantes pesquisam formas de solucioná-lo ou atenuá-lo. Esse método de ensino tem em sua base a interdisciplinaridade, haja vista que é necessário abordar diversas áreas de conhecimento para se chegar à solução do problema.

A ABP é uma estratégia instrucional que se organiza ao redor da investigação de problemas do mundo real. Estudantes e professores se envolvem em analisar, entender e propor soluções para situações cuidadosamente desenhadas de modo a garantir ao aprendiz a aquisição de determinadas competências previstas no currículo escolar. As situações são, na verdade, cenários que envolvem os estudantes com fatos de sua vida cotidiana, tanto da escola como de sua casa ou de sua cidade. (LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019, p.49)

Cabe ressaltar que a aprendizagem baseada em problemas possui muitos elementos em comum com outras metodologias ativas, por exemplo: o desenvolvimento da autonomia do estudante, interdisciplinaridade, habilidades de comunicação e trabalho em grupo e, o mais importante, o aprendizado centrado no estudante, evitando a “educação bancária” característica do modelo tradicional de ensino.

O *Design Thinking* também se coloca como uma metodologia que tem sido utilizada em diversas áreas que vão desde o ensino, indústria, tecnologia até o mundo dos negócios. Uma simples busca na internet revela a enorme quantidade de pessoas que tem utilizado essa técnica. Um dos estudiosos referências no tema é o autor Tim Brown (2018), que destaca:

O design thinking começa com habilidades que os designers tem aprendido ao longo de várias décadas na busca por estabelecer a correspondência entre as necessidades humanas com os recursos técnicos disponíveis considerando as restrições práticas dos negócios. Ao integrar o desejável do ponto de vista humano ao tecnológica e economicamente viável, os designers tem conseguido criar os produtos que usufruímos hoje. O design thinking representa o próximo passo, que é colocar essas ferramentas nas mãos de pessoas que talvez nunca tenham pensado em si mesmas como designers e aplicá-las a uma variedade muito mais ampla de problemas. (BROWN, 2018, p.23)

Ainda segundo Brown (2018), o *design thinking* não é apenas uma metodologia centrada no ser humano, no caso, no estudante, ela tem por objetivo desenvolver as capacidades que nos tornam humanos, que nos diferenciam dos outros seres vivos. Entre essas características estão: intuição, reconhecimento de padrões, desenvolvimento de ideias que transmitam emoção, e não apenas materialidade, e a criação de conteúdos que transcendam palavras e símbolos e manifestem a subjetividade do ser humano.

Apesar de essa metodologia haver se originado no *design*, ela acabou sendo adotada nas mais diversas áreas, em particular a educação, pois, em seu cerne, ela promove a criatividade da pessoa (estudante), bem como desenvolve na mesma a capacidade de resolver problemas. Partindo dessa perspectiva, esta metodologia busca, de forma colaborativa, solucionar um ou mais problemas a partir da cooperação de todos os envolvidos mudando a lógica de que o produto final deve ser o centro das atenções.

Diante das possibilidades de abordagem apresentadas, o professor pode se sentir tentado a hierarquizá-las. O fato é que todas as abordagens citadas possuem pontos positivos e negativos, cabendo escolher aquela com que melhor se identifique ou que se achar mais eficaz para a prática pedagógica.

Por fim, há, ainda, a aprendizagem baseada em projetos. Essa abordagem será apresentada mais à frente de maneira minuciosa, haja vista que a abordagem *STEAM* tem relação direta com essa metodologia, portanto, para evitar repetições desnecessárias, ela não será abordada neste momento.

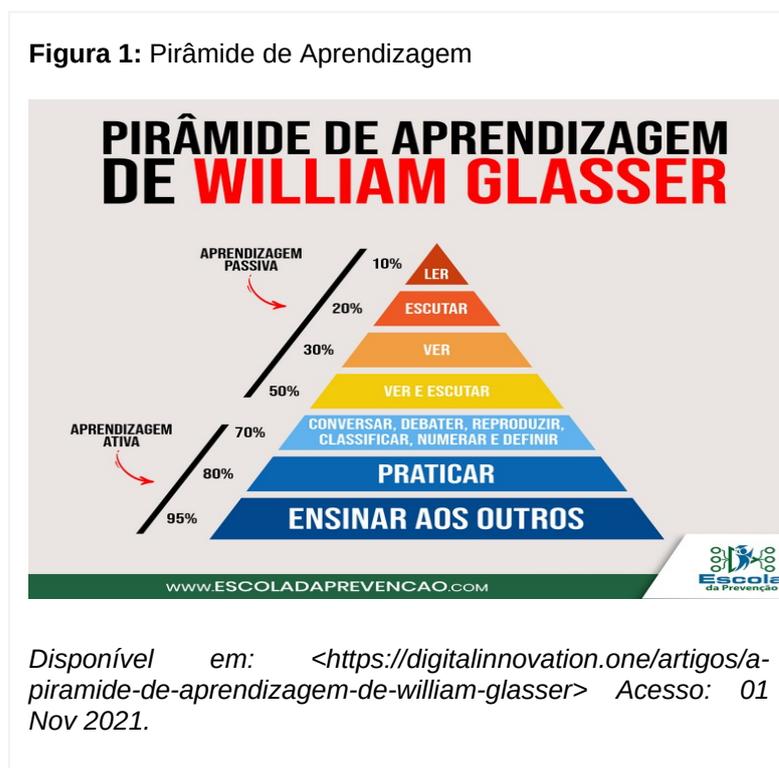
Atualmente, entre os vários argumentos que dão apoio ao uso das MA como método de ensino está a pesquisa do psiquiatra Willian Glasser denominada Pirâmide de Aprendizagem. De acordo com o trabalho de Lima e

Santos (2020), Glasser propõe que os estudantes aprendem efetivamente a medida em que colocam em prática a aprendizagem, fato este já sugerido por Dewey cerca de 100 anos antes (CASTELLAR, 2016).

Segundo Lima e Santos (2020. p.7):

De acordo com a Pirâmide de Aprendizagem de Willian Glasser, o aluno consegue absorver: 10% daquilo que lê; 20% daquilo que ouve; 30% daquilo que observa; 50% daquilo que vê e ouve; 70% daquilo que debate com outros; 80% daquilo que escreve ou interpreta; 95% daquilo que ensina aos outros. Observando esses resultados, percebe-se a importância do uso de metodologias que favoreçam o debate em sala de aula, a interpretação, a experiência prática, o entrelaçar de meios e contextos diversos que favoreçam e promovam uma aprendizagem efetivamente significativa.

Esses aspectos podem ser melhor visualizados na figura 1 que apresenta a pirâmide de aprendizagem proposta Glasser:



Dessa forma, a partir da ilustração, é possível perceber que quanto maior a interação ativa do estudante com o objeto de conhecimento, mais ele se apropria do saber, pois tem a oportunidade de refletir sobre conceitos e verificá-los na prática.

Com a reforma do Ensino por meio da Base Nacional Comum Curricular/BNCC do ensino médio (BRASIL, 2018), o uso de metodologias ativas tende a ganhar mais espaço ainda, haja vista que essa abordagem, de acordo com Castellar (2016), estimula as competências do século XXI recomendadas pela base, a saber, pensamento crítico, resolução de problemas, criatividade, trabalho em equipe, cooperação, entre outros. Entre as várias possibilidades de ensino utilizando metodologias ativas, surgiu na Europa, um movimento que ficou conhecido como *MAKER*. Para Marini (2019):

Maker, em inglês, significa realizador, criador, fazedor. Os “faça-você-mesmo” não é nenhuma novidade para educadores, estudantes e o restante da sociedade. Começou a ser adotado em escala social no início do século 20. Foi incentivado na Europa no pós-guerra, para que a recuperação dos equipamentos devastados em combate fosse acelerada com a mão de obra disponível. Logo depois, a partir dos anos 1960, ganhou força nos Estados Unidos, turbinado pela mistura dos conceitos de realização individual típicos da cultura americana com a necessidade de mostrar uma nação poderosa em todos os seus aspectos na nova realidade da Guerra Fria. (MARINI, 2019)

É a partir desse movimento *MAKER* que se desenvolveu a abordagem *STEAM* (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*). De acordo com Maia, Carvalho e Appeit (2021), a Abordagem *STEAM* não seria propriamente uma metodologia de ensino e sim uma abordagem pedagógica que dialoga com diversas propostas de aprendizagem ativa e que:

Por explorar habilidades como resolução de problemas, criatividade e colaboração, modelos de metodologias ativas como Aprendizagem Baseada em Problemas ou Projetos (ABP) alinham-se ao modo de se desenvolver a abordagem. Assim, a Educação *STEAM* favorece a aprendizagem criativa e mão-na-massa (*Maker*) que oportuniza aos alunos aprendizagem por meio do desenvolvimento de projetos, com seus pares, com engajamento e por experimentação. (MAIA; CARVALHO; APPEIT, 2021, p.4)

Essa abordagem tem por objetivo integrar várias áreas de conhecimento na apresentação de determinado conteúdo, isto é, abordar de forma interdisciplinar os conteúdos que no ensino tradicional são mostrados de forma fragmentada e, na maioria das vezes descontextualizada, para que o estudante possa vislumbrar o conhecimento e os objetos do conhecimento de forma integral, como são apresentados no mundo real, e não parcial, como durante muito tempo foram expostos.

Além disso, do surgimento de inúmeras novas tecnologias e a rapidez com que a informação se dissemina se torna urgente repensar os métodos de ensino utilizados atualmente. Lorenzin, Assumpção e Bizerra (2018, p. 362), ponderam que:

Estes métodos pautados em conteúdos sequenciais desconsideram os processos históricos, criativos e investigativos inerentes a construção do conhecimento científico. Diante dessa situação, o ensino tem sua atuação reduzida à apresentação de conteúdos, termos e conceitos que estão associados a um método científico universal e previamente determinado.

Sendo assim, para que se construa um conhecimento concreto, o método educativo precisa criar no estudante a capacidade de pensar o conteúdo apresentado entre e ao longo de disciplinas, além de estabelecer conexões entre os conceitos apresentados para que se possa construir um conhecimento que transpasse as diferentes áreas do saber a fim de que o conteúdo apresentado faça sentido e tenha conexão com a realidade.

Dentro desse contexto, Rodrigues e Rocha (2016) no trabalho intitulado: *Ler, criar e jogar: metodologias alternativas para ensinar equação do 1º grau*, reforçam a importância da utilização de metodologias ativas no ensino de matemática como o uso de jogos na prática pedagógica. Partindo de atividades que envolvem tanto a construção quanto a adaptação de jogos já conhecidos utilizando, inclusive, materiais reciclados até recursos tecnológicos disponíveis na escola, os autores apresentam à turmas de 7º ano do Ensino Fundamental o conteúdo de equações do 1º grau. Verificou-se que, após a abordagem do conteúdo, os educandos tiveram mais facilidade de compreender os conceitos matemáticos envolvidos além dos estudantes se sentiram mais motivados a participar das atividades.

Já Azevedo e Maltempo (2019), em seu artigo *Metodologias ativas de aprendizagem nas aulas de Matemática: equação da circunferência e construção criativa de pontes*, ressaltam a importância do uso de metodologias ativas no ensino pois, apesar da criança ter um potencial criativo, este só se desenvolverá a partir de estímulos durante seu processo formativo. Os autores destacam que as metodologias ativas promovem a autonomia do estudante no processo de ensino-aprendizagem incentivando os mesmos na construção de

um conhecimento prático e personalizado, diferente do que propõe o método tradicional de ensino que tem em seu cerne a fragmentação e engessamento do saber pautado em processos de repetição linear a base de repetições mecânicas.

Dessa forma, diante da necessidade de se transformar o ensino de Matemática, de mera transmissão de conteúdos a um conhecimento que traga significado real para a vida do estudante e que esteja conectado a outras áreas de conhecimento, assim como à tecnologia que se faz presente em quase tudo que se utiliza, fazem-se necessárias propostas de ensino interdisciplinar, que possa produzir um currículo integrado capaz de tornar o conhecimento atrativo e relevante para a vida do educando. A abordagem *STEAM* pode ser entendida como uma dessas propostas.

3 ABORDAGEM STEAM NO TRABALHO COM FRAÇÕES

É improvável que exista uma data exata para identificar o momento em que a humanidade desenvolveu e aplicou a ideia de fração. Segundo Boyer (2012) os homens da Idade da Pedra não usavam frações e foi apenas com o advento de culturas mais avançadas, durante a Idade do Bronze, que parece ter surgido a necessidade do conceito de fração e de notação para frações. Já Berlingoff e Gouvêa (2010) afirmam que as frações fazem parte da matemática há 4 mil anos ou mais. Fato é que a tarefa de localizar no tempo a descoberta e o uso inicial das frações se torna extremamente difícil, dados os poucos registros disponíveis. Apesar disso, a maioria dos pesquisadores e autores de História da Matemática concorda que o conceito de fração surgiu no Egito Antigo. Boyer (2012, p. 7), relembra um relato de Heródoto:

Sesóstris repartiu o solo do Egito entre seus habitantes. Se o rio levava qualquer parte do lote de um homem, o rei mandava pessoas para examinar, e determinar por medida a extensão exata da perda. Por esse costume, eu creio, que a geometria veio a ser conhecida no Egito, de onde passou para a Grécia.

Este excerto nos transmite a ideia de que a origem do conceito de fração se deu em torno de uma necessidade prática: dividir as terras às margens do Nilo, no Antigo Egito, após os níveis do rio baixarem, pois, as águas faziam desaparecer as demarcações utilizadas antes das cheias. Para fazer as novas demarcações, os funcionários do governo faziam novamente as medições para determinar o tamanho da terra que cabia a cada antigo morador. Essa medição era realizada fazendo uso de cordas que eram esticadas no terreno. Essas cordas continham uma unidade de medida previamente estabelecida e que era dada pela distância entre nós na corda. Assim, cabia a cada morador certa medida em “nós” dessa corda. No entanto, invariavelmente surgia uma dificuldade: e quando a medida do terreno não podia ser representada por um número inteiro da unidade da quantidade de nós da corda? Para solucionar o problema os egípcios criaram a ideia de um número que representasse uma parte da unidade de medida e surge aí a ideia de fração.

É importante se destacar que, de início, as frações não eram consideradas números. Esse conceito só se forma séculos depois. Embora

muitos autores afirmem que os egípcios representavam todas suas frações tendo o numerador “1” pois isso facilitava sua escrita, Roque (2012) afirma que os egípcios não usavam os numeradores em suas frações, não no sentido em que usamos atualmente. No caso deles, seria mais adequado afirmar que a fração representava o inverso do número. Foi só com a criação do Sistema de Numeração Decimal, pelos hindus, que a representação das frações passou a ser feita pela razão de dois números naturais.

Até aqui abordou-se sobre a origem das frações, mas para compreender a sua relação com a música, devemos avançar alguns séculos no tempo e conhecer um dos nomes que ficou conhecido como o criador de um dos mais famosos teoremas de todos os tempos, que inclusive leva seu nome. Falaremos de Pitágoras.

A tradição grega afirma que, por volta do século VI a.C viveu um homem que direta ou indiretamente revolucionaria a história da Matemática. Seu nome era Pitágoras de Samos. Segundo Boyer (2012), Pitágoras foi um profeta e místico que provavelmente visitou o Egito, Babilônia e Índia e em suas andanças absorveu conhecimento matemático e religioso dos lugares que visitou. Após suas viagens de descoberta, se estabeleceu em Crotona, atualmente na Itália, onde fundou uma sociedade secreta religiosa a qual ficou conhecida pelo nome de “os pitagóricos”.

Embora existam entre os historiadores várias divergências quanto à pessoa de Pitágoras, pois restaram poucos documentos daquela época, é consenso que o grupo criado por ele, os pitagóricos, desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento da Matemática. É importante que se compreenda este fato, pois, como os pitagóricos viviam em comunidade, conhecimento e propriedade não eram creditados a um indivíduo em particular dessa sociedade. Nesse caso, de acordo com Boyer (2012), muito provavelmente, as contribuições matemáticas atribuídas a Pitágoras foram realizadas por integrantes do grupo, porém o crédito ficou com o mestre.

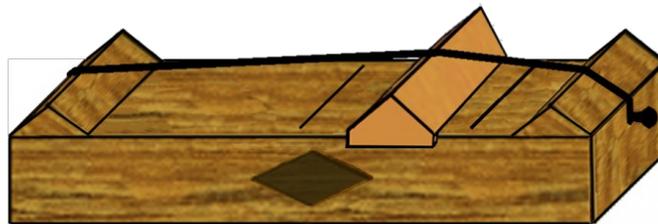
Uma das maiores contribuições dos pitagóricos para a Matemática estava no seu lema: tudo é número. Embora a frase seja curta, ela carrega um significado profundo que influenciaria diversos matemáticos até os dias atuais.

Segundo esse lema, os números seriam o alfabeto com qual o universo foi escrito. Essa ideia carrega um significado poderoso que foi uma revolução para a época: que os fenômenos da natureza apresentavam padrões e esses padrões eram números. Ou seja, era possível compreender qualquer fenômeno natural a partir da observação e explicar esse fenômeno utilizando números.

Esse raciocínio fez com que vários historiadores da ciência afirmassem que os pitagóricos foram os fundadores da Física-Matemática.

Segundo uma lenda², certa vez Pitágoras, ao passar por uma oficina de um ferreiro ouviu as marteladas contra o ferro produzindo sons diferentes entre si. Ele entrou na oficina e observou que martelos de tamanhos diferentes produziam sons diferentes ao serem utilizados e que a massa do martelo estava relacionada com o som produzido. Esses sons apresentavam harmonia entre si a partir de uma relação matemática simples. Por exemplo, imaginemos um martelo A que possui massa M . Se outros martelos que possuíssem metade, ou dois terços ou três quartos da massa M do martelo A fossem utilizados em conjunto com o martelo A, produziriam sons harmoniosos.

Figura 2: Exemplo do martelo.



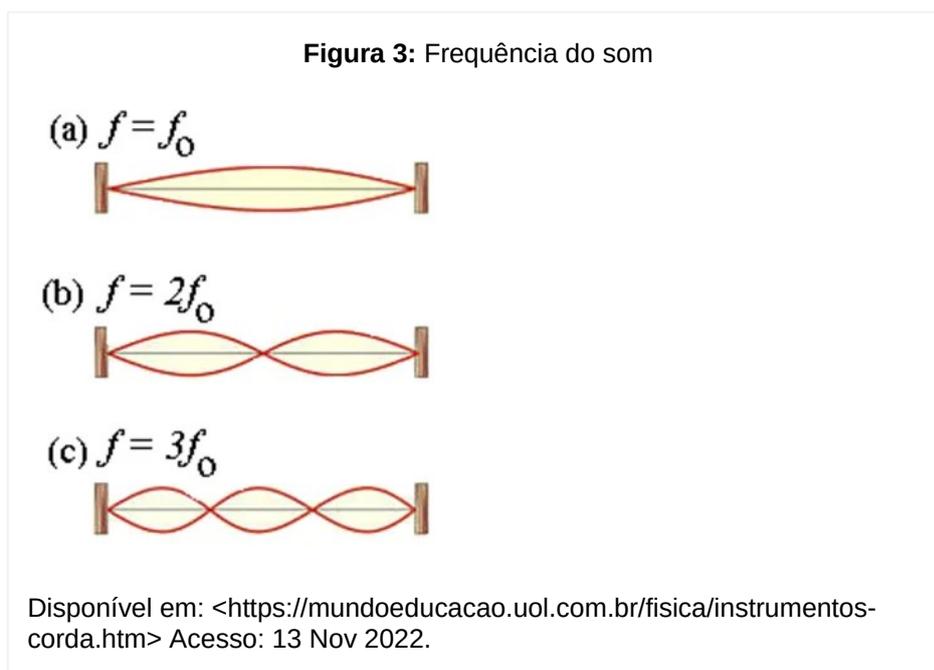
Disponível em: <<http://clubes.obmep.org.br/blog/aplicando-a-matematica-basica-construcao-de-um-monocordio/>> Acesso: 13 Nov 2022

A partir disso, ainda segundo a lenda, Pitágoras imaginou se poderia reproduzir esse fenômeno e idealiza um instrumento que ficou conhecido como monocórdio. Ele é constituído de uma corda só que fica estendida sobre uma

² Reportada à Jâmblico, esta constitui uma espécie de parábola ou fábula, como indicam Kirk e Raven (1979).

prancha (ou mesa) de madeira ou dois cavaletes fixos. Entre as extremidades fixas da corda se localiza um cavalete móvel que serve para dividir a corda em duas seções.

Quando a corda é tocada sem a presença do cavalete móvel ela produz certo som. Se o cavalete for colocado em uma posição que “prenda” a corda em uma posição que possua metade, dois terços ou três quartos do comprimento da corda tocada sem o cavalete móvel, esses sons soarão harmoniosos, semelhante à harmonia sonora produzida pelos martelos. Ao perceber este fato, Pitágoras estaria realizando a primeira experiência da história da ciência de que se tem notícia e, junto a isso, estabelecendo a primeira lei física da história: de que o som produzido por uma corda (frequência do som) é inversamente proporcional ao comprimento da corda tangida.



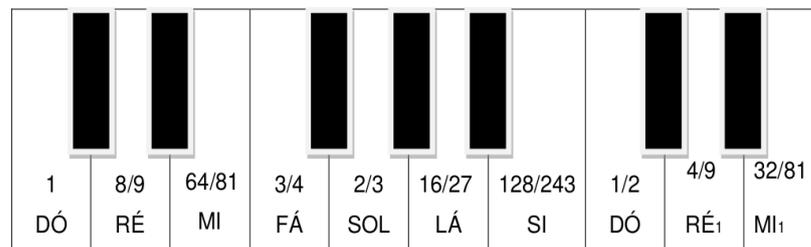
A partir disso, Pitágoras propôs um sistema musical composto de 7 notas. Quando a corda era pressionada em um ponto situado a $3/4$ de seu comprimento, ao ser tangida ela produzia um som ao qual Pitágoras denominou de QUARTA. Se a corda fosse pressionada a $2/3$ do comprimento original e tangida, o som produzido foi chamado de QUINTA. Caso ela fosse pressionada a uma distância de $1/2$ do comprimento original, o som produzido

era de uma OITAVA do som original. Percebeu-se também que existia um padrão para o distanciamento entre as notas. Por exemplo, a cada oitava, o som apresentava equivalência, isto é, se repetia, porém mais agudo.

Para encontrar as outras notas, Pitágoras utilizou o seguinte procedimento:

- Utilizou como referência o comprimento 1 que equivale a nota DÓ;
- Encontrou a QUARTA dessa nota multiplicando $\frac{3}{4}$ por 1. A nota encontrada chamou de fá (dó, ré, mi, fá);
- Encontrou a QUINTA dessa nota, ou seja, multiplicou $\frac{2}{3}$ por 1 que seria a nota SOL (dó, ré, mi, fá, sol);
- Encontrou a QUINTA de SOL, isto é, $\frac{2}{3}$ vezes $\frac{2}{3} = \frac{4}{9}$. Ele chamou essa nota de RÉ₁ (sol, lá, si, dó, ré₁);
- Surge uma dificuldade nesta fração encontrada pois ela ultrapassou a oitava onde a nota DÓ, tomada como referência estava localizada. A solução é multiplicar a medida da fração por 2 ($2 \cdot \frac{4}{9} = \frac{8}{9}$). Assim, a nota RÉ encontrada ficará localizada no intervalo correto;
- Dando continuidade, encontramos a QUINTA de RÉ multiplicando o valor de sua fração por $\frac{2}{3}$. Teremos então que $(\frac{8}{9}) \cdot (\frac{2}{3}) = \frac{16}{27}$. Essa nota será o LÁ (ré, mi, fá, sol, lá);
- Em seguida, aplicando o mesmo método encontramos a QUINTA de LÁ fazendo $(\frac{2}{3}) \cdot (\frac{16}{27}) = \frac{32}{81}$. A nota encontrada corresponde ao MI₁ (lá, si, dó, ré, mi₁). Novamente esta nota está fora da escala estudada, mas resolveremos este problema multiplicando o valor da fração encontrada por 2. Assim a fração correta correspondente ao Mi da oitava estudada $(2) \cdot (\frac{32}{81}) = \frac{64}{81}$
- E por fim, a QUINTA da nota MI será: $(\frac{2}{3}) \cdot (\frac{64}{81}) = \frac{128}{243}$ que é a nota SI (mi, fá, sol, lá, si).

A figura 4, refere-se a representação da escala com suas respectivas frações em um teclado.

Figura 4: Escala musical como metodologia de ensino para frações.

Fonte: RIBEIRO (2014).

Essa escala ficou conhecida como escala Diatônica Pitagórica sendo a primeira escala musical de que se tem notícia. A partir desse experimento, Pitágoras relacionou a matemática e a música, e isso reforçou para os pitagóricos a ideia de que tudo é número.

3.1 Notas Históricas da Concepção Metodológica

A abordagem *STEAM* apresenta uma proposta de ensino integrada, baseada em projetos, que dialoga com 5 áreas de conhecimento (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática) e que prepara o indivíduo, tanto para o exercício da cidadania quanto para o mercado de trabalho.

A história dessa abordagem começa nos EUA na década de 1980. Segundo a Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional/CNI (2021), vários setores da sociedade estadunidense, entre os quais as faculdades de engenharia e os setores produtivos, travavam intenso debate quanto à qualidade da educação dos alunos recém-formados em engenharia. Dentro desse contexto essas universidades tinham enorme dificuldade de aumentar o interesse dos estudantes pelas áreas de Matemática e Ciências. Muitos estudantes até iniciavam os cursos, porém os abandonavam devido, em grande parte, ao fato de possuírem hiatos de conhecimento em conceitos abordados na educação básica. Como num efeito dominó, um problema que se originava na educação básica que, durante muitas décadas, abordou os conteúdos de Matemática e Ciências de forma engessada e, no geral, descontextualizada, reverberava na educação superior. Além disso, os

conteúdos apresentados nessas disciplinas eram feitos de forma segregada, dando a entender que as áreas de conhecimento não tinham relação entre si. Esse modelo educacional, denominado de ensino tradicional, apresentava um formato deficiente, pois se encontrava fragmentado. Utilizando um velho clichê, era como uma colcha de retalhos.

Uma das principais críticas ao ensino tradicional, se não a maior, é que ele coloca o estudante no papel de mero expectador, um repositório de conhecimento, na maioria das vezes apenas repetidor mecânico de fórmulas e conceitos que não trazem significado para a vida deste estudante. Na abordagem *STEAM* propõe-se uma mudança significativa desse paradigma. O estudante assume papel ativo no processo educativo, passando de expectador a protagonista permitindo assim que o professor atue como mediador no processo educativo e não mais como “dono do saber”. Aprende-se o conteúdo FAZENDO, ou seja, através da produção feita pelo próprio estudante, ele experimenta um processo de criação do conhecimento para si.

Nesta abordagem, o estudante aprende a importância do método científico pois a aprendizagem, neste método, se dá de maneira empírica permitindo relacionar conceitos, que muitas vezes eram apresentados de forma abstrata e distante da realidade, com materiais concretos que fazem parte do cotidiano. Segundo Souza; Vilaça e Teixeira (2020).

Esse tipo de metodologia surge para superar os modelos tradicionais de ensino, com aulas estreitamente expositivas, onde o aluno é passivo dos conhecimentos, com atitudes de apenas ouvir, memorizar e repetir os conteúdos apresentados. Nessa ótica, o intuito do trabalho docente é o de elaborar práticas pedagógicas com metodologias inovadoras visando o desenvolvimento do ensino na busca de soluções de problemas, em que o estudante tenha autonomia na resolução das problemáticas, de modo que o resultado seja satisfatório e eficaz. (SOUZA; VILAÇA; TEIXEIRA, 2020, p.38).

Dessa forma, *STEAM* é uma abordagem que se propõe a romper com o método tradicional de ensino, cujas principais características são: estar centrado no professor, basear-se na memorização de fórmulas e fatos e desconectar-se da realidade. Assim, tendo em vista que diante de um mundo que tem experimentado enormes transformações tecnológicas à uma velocidade nunca vista, os modelos educacionais também devem se adaptar e

se reinventar de forma a contribuir para essa nova forma de ver o mundo e a sociedade.

A educação deve entender seu papel nesse novo contexto e se ressignificar constantemente para contribuir de maneira eficaz na formação desse futuro cidadão, que, como estabelecido nas competências gerais da nova BNCC (BRASIL, 2018), necessita adquirir conhecimento para compreender o mundo ao seu redor e se preparar para um mercado de trabalho que demanda cada vez mais profissionais que dominem e saibam relacionar diversas áreas de conhecimento.

Outro diferencial da Abordagem *STEAM*, e que está perfeitamente alinhado com as competências gerais da nova BNCC (BRASIL, 2018), é que ela pretende, além de integrar diversas áreas de conhecimento no tratamento de determinado conteúdo, fazer com que o aluno interaja com seus pares para pensar em formas de solucionar problemas do cotidiano, ou seja, é uma abordagem que trabalha os conteúdos de maneira interdisciplinar e permite que o aluno amadureça sua relação com o conhecimento, o mundo do trabalho e melhore suas relações interpessoais, haja vista que atualmente se torna cada vez mais necessária a cooperação entre saberes e pessoas.

Nesse sentido, o aluno passa a desenvolver competências e habilidades socioemocionais pois o trabalho em grupo demanda empatia e principalmente espírito colaborativo para que se chegue a solução de um problema proposto, outra competência geral requerida na nova BNCC (BRASIL, 2018). Além disso, segundo Bacich e Holanda (2020), se pretende alcançar na abordagem *STEAM* a formação de cidadãos capazes de enfrentar os desafios de uma sociedade tecnológica, tanto nas demandas particulares do indivíduo quanto no que diz respeito ao mercado de trabalho.

Já se pode prever que a palavra que define a metodologia *STEAM* é INTEGRAÇÃO. Esta metodologia, de fato, integra conhecimentos e pessoas. Como a BNCC (BRASIL, 2018) requer que os conteúdos das disciplinas sejam trabalhados de forma interdisciplinar, as Metodologias Ativas adquirem enorme relevância para atender as exigências da legislação vigente e as demandas do mundo atual. Nesse contexto, a metodologia *STEAM* se torna uma excelente

alternativa para ser aplicada em sala de aula, haja vista que sua gênese pressupõe a ideia de integrar várias áreas de conhecimento.

De acordo com Bacich e Holanda (2020, p. 34):

Projetos STEAM são, geralmente, projetos transdisciplinares, inspirados na estrutura da ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas), que, por meio de um planejamento minucioso, permitirão que estudantes estabeleçam conexão entre os conhecimentos de diferentes áreas para pensar em soluções para problemas complexos.

Importante citar, também, a contribuição de Lorenzin; Assumpção e Bizerra (2018, p. 202) para este assunto:

Buscando superar a transmissão de conteúdos informativos e considerando que, mesmo individualizados, as disciplinas incorporam elementos de outras áreas, ao intencionalmente promover conexões entre os conteúdos escolares, a interdisciplinaridade representa um elemento de uma proposta globalizadora para a elaboração de currículos integrados. Além da dimensão conceitual que a perspectiva da interdisciplinaridade atribui ao currículo integrado, sua real construção se dá quando está situada em experiências autênticas e questionadoras, embasada em métodos que contemplem elementos da aprendizagem centrada no aluno.

Além disso, sua aplicação não demanda recursos dispendiosos, no geral pode se aplicar essa metodologia com materiais reutilizados, de baixo custo ou que já são utilizados no dia a dia permitindo que o estudante ressignifique o uso desses recursos, como o de aplicativos de celular pois, embora a geração atual seja muitas vezes chamada de “nativa digital”, com adolescentes e até crianças dominando rapidamente as várias ferramentas dos *gadgets*, na maioria das vezes esses nativos digitais não sabem relacionar esse conhecimento com problemas reais e nem o papel da matemática nessa produção.

Cordeiro e Coiro (2020, p. 17) abordam essa questão da seguinte forma:

Sendo assim é perceptivo que o estudante de hoje está inserido no meio tecnológico, tendo em vista esta característica, percebesse que a metodologia de ensino e aprendizagem deva acompanhar o perfil destes alunos. É desejável que o material manipulável para o ensino seja um objeto virtual de aprendizagem ou a utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação – TICs, pois elas se constituem em bases instrumentais capazes de permitir variadas possibilidades metodológicas e estão cada dia mais presentes no cotidiano das escolas.

Além disso, a abordagem se torna desafiadora e instigante quando associada às tecnologias digitais.

3.2. Movimento *Steam*: do Cenário Internacional ao Brasileiro

É evidente que o mundo experimenta transformações cada vez mais velozes e profundas. Tecnologias de ponta se tornam rapidamente obsoletas tamanha a rapidez com que a demanda por novidades se faz presente. E a capacidade de atender a essas demandas é um dos grandes desafios do século XXI. Partindo dessas premissas, percebe-se a necessidade de a educação, enquanto formadora do indivíduo para a vida e o mundo do trabalho (BNCC, 2018), contribuir de forma relevante e ativa para que o estudante, ao fim do seu ciclo de estudos, tenha uma formação integral.

Diante desse cenário é que surge a necessidade das práticas pedagógicas como a abordagem *STEAM* que tem como foco um ensino interdisciplinar, realizado através de atividades dinâmicas que valorizam a criatividade, experimentação, pensamento crítico, entre outros. Ou seja, esta abordagem se propõe a preparar o indivíduo tanto para a carreira profissional quanto para o desenvolvimento individual.

No cenário internacional, se percebe que a abordagem tem tido resultados positivos, principalmente devido a união entre governo, empresas e comunidade escolar como elementos interessados em uma educação de qualidade. Com o êxito em outros países, era inevitável que a abordagem chegasse ao Brasil.

Em solo brasileiro, *STEAM* contou com um elemento que favoreceu sua implementação. A aprovação da nova BNCC (BRASIL, 2018) do Ensino Médio, que requer uma reformulação nos métodos de ensino tradicionais. A concepção antiga de que o aluno deve ter uma atitude passiva diante do ensino deve ser abandonada em detrimento de novos métodos que privilegiem o protagonismo do aluno. Além disso, a nova legislação presume, entre outros fatores, a aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares que sejam voltados para resolução de problemas reais.

A BNCC (BRASIL, 2018) propõe, em tese, a superação da fragmentação radicalmente disciplinar do conhecimento, o estímulo à sua aplicação na vida real, a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e o protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção de seu projeto de vida (BNCC, 2018). Bem como os itinerários formativos que, de forma geral, são as disciplinas, oficinas e projetos que os estudantes poderão escolher cursar durante o Ensino Médio. Assim, com essa abertura para novas abordagens, a legislação permitiu que *STEAM* adquirisse enorme destaque nesse novo cenário haja vista que ela contém, em seu cerne, as características desejadas pela nova BNCC (BRASIL, 2018) do Ensino Médio e que já foram aprovadas na BNCC (BRASIL, 2018) do Ensino Fundamental.

A origem da *STEAM* ocorre como a maioria das mudanças na sociedade, devido a uma necessidade. E o fato do nome *STEAM* surgir após a abordagem em si é natural, haja vista que normalmente muitas mudanças são implementadas, sem que se dê conta de imediato delas, para só depois se refletir sobre o assunto e nomeá-las.

Sendo assim, como já antecipado, o embrião do que se tornaria a abordagem *STEAM* surge no EUA, na década de 1970 e de consolida a partir da década seguinte (CNI, 2021, p.21), resultado de discussões acerca da necessidade de engajar estudantes nas áreas de ciência pois, a medida em que os anos passavam, essa área de conhecimento formava cada vez menos estudantes, ocorrendo um esvaziamento das universidades de Engenharia. Outro fator que gerou pressão para que uma mudança fosse feita é que o setor produtivo americano demandava cada vez mais profissionais capacitados para atender a produção tecnológica que se desenvolvia de maneira exponencial.

Diante desse contexto, existia a preocupação de que a indústria americana se tornasse cada vez menos competitiva diante de outras economias desenvolvidas. O fato de alguns países asiáticos experimentarem um desenvolvimento acelerado na época, contribuiu muito para alarmar ainda mais o setor produtivo americano.

Assim, frente a essas inquietações, o governo americano, na década de 1980, iniciou programas de financiamento para tentar sanar o problema. E,

entre os programas criados nesse período está o *Center for Occupational Research and Development* (CORD). Criado por engenheiros do Texas, esse programa, que a princípio foi implantado no que corresponde ao nosso Ensino Médio, tinha como metas apresentar uma educação contextualizada, atrativa e motivadora pretendendo conquistar mais alunos para o ingresso nas áreas tecnológicas e científicas (CNI, 2021).

Percebendo o êxito do programa CORD, surgem outras iniciativas, entre elas a *Mathematics, Engineering, Science Achievement* (MESA). Esse projeto foi elaborado pela sociedade civil americana e teve um enorme impacto positivo pois promoveu a inclusão de negros, mulheres, latinos, e outras minorias em carreiras *STEM*, da forma que está escrito mesmo. Porém:

Foi a partir dos resultados da primeira rodada de avaliação do “Programa Internacional de Avaliação de Aluno” (Pisa), da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que o acrônimo *STEM* ganhou efetivamente mais força. (CNI, 2021, p.23).

A avaliação do Programa Internacional de Avaliação de Aluno/PISA, gerenciado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) se revelou um divisor de águas para a educação pois, até então, para se medir a qualidade da educação de um determinado país, utilizava-se como parâmetro a quantidade, em anos, da escolaridade média da população, ou seja, quanto mais tempo o alunado frequentava a escola, melhores eram os índices.

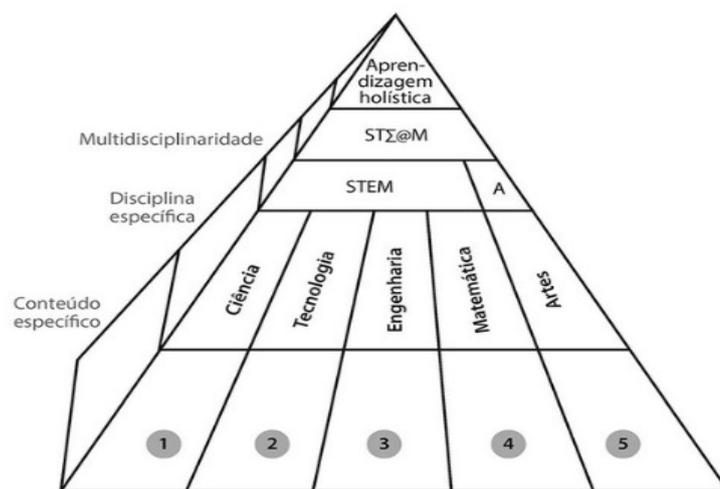
O PISA apresentou uma proposta inédita até então: medir a qualidade da educação através de uma prova aplicada a alunos, com idade de 15 anos, que abordava questões de leitura, matemática e ciências de forma contextualizada. Os primeiros resultados causaram enorme impacto em vários países desenvolvidos que durante décadas apresentavam escolaridade média alta em sua população mas que sofreram um choque de realidade ao perceberem a baixa qualidade dessa educação.

Diante desse cenário, que previa um futuro nebuloso para os países desenvolvidos devido a má qualidade educacional ofertada e que era mascarado por números até então, países como EUA, Alemanha, Reino Unido,

entre outros, mobilizaram recursos e estabeleceram, como prioridade, investimentos em reformas no ensino com foco em ciências e matemática. Esse movimento global recebeu o nome de *STEM*.

Até então, as áreas do conhecimento que balizavam a abordagem eram: ciências, tecnologia, engenharia e matemática. É somente a partir de 2010 que o movimento incorpora a letra A (Artes), passando a ser *STEAM*. Essa mudança se deve ao reconhecimento da contribuição das artes e ciências sociais para a formação de um cidadão crítico. Como é possível visualizar na figura 5.

Figura 5: Pirâmide



- 1 História da origem dos conceitos, processos de investigação, física, biologia, química, ciências espaciais, geociências, bioquímica
- 2 História das tecnologias, tecnologia e sociedade, *design*, habilidades, projetos para o mundo, agricultura, biomedicina, biotecnologia, informática, comunicação, construção, indústrias, transporte, energia
- 3 Aeroespacial, fluidos, arquitetura, agronomia, civil, computacional, de minas, acústica, química, elétrica, ambiental, industrial, de materiais, mecânica, dos oceanos, naval
- 4 Operações, álgebra, geometria, medições, análise de dados, probabilidade, resolução de problemas, comunicação, cálculos, trigonometria, causas e efeitos
- 5 Humanidades (finas, visuais performáticas): música, teatro, fisiologia (artes manuais, corporais e psicologia), antropologia, relações internacionais, filosofia

Fonte: Bacich e Holanda (2020, p.04)

Embora se perceba um aumento gradativo do uso de *STEAM* como abordagem educacional em países desenvolvidos, segundo Pugliese (2017), o movimento, no Brasil (e na América Latina), ainda é tímido. Para o autor, a baixa expressividade de programas *STEM EDUCATION* no Brasil tem se mantido concentrado no ensino básico de algumas redes da iniciativa privada,

em particular em escolas bilíngues, de programação e de robótica para crianças. No ensino público, percebe-se apenas iniciativas isoladas, infelizmente. Pugliese (2017) ainda afirma que, mesmo nessas situações, a abordagem STEM é utilizada apenas para embasar as atividades escolares.

O movimento *STEAM* no Brasil, assim como na América Latina, não possui o mesmo apelo dado em países avançados e as iniciativas percebidas no nosso país se encontram concentradas em três frentes principais: programas educacionais de organizações não governamentais (ONGs), empresas educacionais com produtos *STEAM* e colégios privados com atividades *STEAM* no currículo. Percebe-se assim que as unidades de ensino que utilizam a abordagem *STEAM*, no Brasil, tem mantido a atuação desta como forma de apresentar atividades extracurriculares (robótica, gamificação) ou limitada ao desenvolvimento de apenas alguns aspectos formativos como a apresentação de projetos ou inserção de cursos (como robótica) no plano pedagógico. (CNI, 2021).

Apesar de essas iniciativas motivarem os estudantes e tornarem o ensino de Matemática e Ciências mais atraente, elas não atingem o objetivo central da abordagem que é o de transcender o conhecimento apresentado de forma fragmentada, normalmente exposto nas disciplinas específicas, para abordá-lo dentro de contextos reais, conectando conhecimentos que antes não dialogavam entre si e promovendo uma formação integral do educando.

Com isso se pode pensar que a abordagem *STEAM*, no Brasil, estaria caminhando para o abandono futuro. Entretanto, paradoxalmente, o país tem valorizado, ainda que de forma indireta, a abordagem. É o caso da reforma curricular do Ensino Médio apresentado na nova BNCC (BRASIL, 2018). Apesar do documento não mencionar de forma explícita *STEAM*, verifica-se que as habilidades demandadas na nova BNCC (BRASIL, 2018) do Ensino Médio, como: criatividade, capacidade de resolução de problemas, cooperação e pensamento crítico são os pilares da abordagem.

3.3 *Steam* tendo frações como conteúdo no Ensino Fundamental

Não é de hoje que os professores de Matemática têm se deparado com as dificuldades de ensinar o conteúdo de frações e suas propriedades, em particular para estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental. Muitos desses docentes apresentam, de forma mecânica, o conteúdo de frações e esperam que os alunos aprendam, por repetição, conceitos matemáticos abstratos. Abstrato no sentido em que, na escola, se usa uma linguagem própria, a da Matemática, que possui seus símbolos particulares e muitos estudantes, por ainda não estarem familiarizados com essa simbologia, enfrentam uma “barreira linguística” na comunicação com a disciplina e com o professor de matemática no que tange ao aprendizado dos objetos matemáticos.

É quase certo que essa dificuldade seria atenuada se o conteúdo fosse apresentado a partir de situações concretas. Concreta não apenas no sentido da contextualização, mas que o estudante pudesse manipular um ou mais objetos físicos ou virtuais e, através dessa interação, representasse as frações, bem como realizasse operações matemáticas com esses objetos. Dentro desse contexto, Bacich e Moran (2018, p.03) abordam a temática da seguinte maneira:

A sala de aula pode ser um espaço privilegiado de cocriação, maker, de busca de soluções empreendedoras, em todos os níveis, onde estudantes e professores aprendam a partir de situações concretas, desafios, jogos, experiências, vivências, problemas, projetos, com os recursos que tem em mãos: materiais simples ou sofisticados, tecnologias básicas ou avançadas. O importante é estimular a criatividade de cada um, a percepção de que todos podem evoluir como pesquisadores, descobridores, realizadores; que conseguem assumir riscos, aprender com os colegas, descobrir seus potenciais. Assim, o aprender se torna uma aventura permanente, uma atitude constante, um progresso crescente.

Entretanto, mesmo confrontados com os diversos argumentos apresentados, vários docentes, que desconhecem o potencial das práticas pedagógicas de metodologias ativas, se questionam se é possível, ou viável, trabalhar uma temática assim, em salas de aula, com trinta, quarenta ou até cinquenta alunos, o que é a realidade da maioria dos educadores do país.

Diante da quantidade de literatura produzida que cita situações de professores que utilizam metodologias ativas em suas práticas, nas condições

citadas anteriormente, e tem obtido retorno positivo no que se refere à melhoria dos resultados quantitativos e qualitativos de aprendizagem dos conteúdos por parte dos estudantes, pode-se concluir que, não é apenas viável, mas recomendável, o uso das metodologias ativas no ensino. Soma-se a isso o fato de a própria legislação atual sugerir, ainda que de forma implícita, através da nova BNCC (BRASIL, 2018), novas abordagens de ensino que rompam com o ensino tradicional e permitam ao estudante assumir o protagonismo no processo de ensino-aprendizagem.

Graças a essa mudança de mentalidade, muitos docentes tem adotado uma nova postura diante do desafio que é ensinar. Basta ver a quantidade de metodologias e abordagens criadas que apresentam de forma contextualizada e, na maioria das vezes concreta, conceitos abstratos das mais diversas áreas de conhecimento, em particular a matemática, aos estudantes da educação básica.

É entre essas abordagens e metodologias ativas existentes hoje que se destaca a Abordagem *STEAM* que, apesar de recente tem granjeado muitos adeptos, em particular nos sistemas de ensino dos países desenvolvidos. Para que se compreenda o funcionamento da abordagem *STEAM* é necessário conhecer o conceito de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). Segundo Bender (2014, p. 09):

A aprendizagem baseada em projetos (ABP) é um modelo de ensino que consiste em permitir que os alunos confrontem as questões e os problemas do mundo real que consideram significativos, determinando como abordá-los e, então, agir cooperativamente em busca de soluções.

Ainda, segundo Bender (2014), a ABP não é uma abordagem nova, ela surgiu nas primeiras décadas do século XX, embora sua origem esteja relacionada ao ensino de medicina, sua metodologia acabou ganhando força na educação básica pois enfatiza habilidades fundamentais e indispensáveis na formação do cidadão do século XXI como uso de tecnologia, resolução de problemas e cooperação.

Um dos motivos do sucesso dessa metodologia é que a ABP se utiliza de projetos para resolver, de forma criativa e colaborativa, um problema real.

Dentro dessa proposta são abordados os conteúdos escolares de maneira interdisciplinar, para que, cooperativamente, os alunos possam resolver o problema ou encontrar formas de atenuá-lo. Dessa forma, o estudante se vê bastante envolvido no processo de aprendizagem pois terá que participar de forma ativa e cooperativa nas atividades para a solução da tarefa apresentada. Nesse processo o estudante desenvolve o pensamento crítico e aperfeiçoa sua comunicação e isso lhe dá enorme protagonismo na produção do conhecimento.

Dessa forma, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), além de trazer uma proposta de ensino estimulante para o estudante, está perfeitamente alinhada com as competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) elencadas pelo Ministério da Educação (MEC), tais como: conhecimento, pensamento científico, crítico e criativo, cultura digital, empatia e cooperação. Deste modo:

É nessa vertente que traçamos a primeira intersecção entre o STEAM e a ABP. Projetos STEAM são, geralmente, projetos transdisciplinares, inspirados na estrutura da ABP, que, por meio de um planejamento minucioso, permitirão que estudantes estabeleçam conexão entre os conhecimentos de diferentes áreas para pensar em soluções para problemas complexos. (BACICH; HOLANDA, 2020, p.35)

É dentro desse contexto que se deve pensar na prática da Abordagem *STEAM*.

Para Bacich e Holanda (2020, p. 36), projetos ABP e, conseqüentemente projetos STEAM, envolvem os seguintes elementos básicos:

- Questão norteadora: fornece a tarefa geral. Esta questão deve ser clara, motivadora e significativa para a vida do estudante, ou seja, que faça parte do cotidiano do aluno. Seu objetivo é o de estimular o interesse do estudante para a aprendizagem.
- Pesquisa: etapa em que se reúnem as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto. Essas informações devem ser socializadas com o grupo.

- Levantamento de ideias: após a pesquisa, deve haver um momento de sugestões de ideias, por parte dos alunos, que auxiliem na solução do problema. Bacich e Holanda (2020, p. 37) sugerem o uso do brainstorm, cuja tradução seria “tempestade de ideias”. Essa técnica visa estimular a liberdade criativa dos estudantes pois os mesmos poderão propor estratégias que serão analisadas posteriormente pelo grupo quanto a simplicidade e viabilidade para a solução da questão.
- Produto final: objeto ou material elaborado durante o processo podendo ser também uma apresentação, artigo, campanha de conscientização, evento cultural, entre outros. Na abordagem STEAM, é de fundamental importância que o desenvolvimento desse produto tenha base interdisciplinar e transdisciplinar, isto é, relacione diferentes áreas de conhecimento.

É importante ressaltar que o produto final não é o foco do projeto, ele é apenas uma das etapas, tão importante quanto as outras. Nesse caso, o professor deve ter em mente que o aprendizado, dentro de um projeto *STEAM*, deve ser construído ao longo das etapas, de forma difusa, e não se dá apenas na culminância do processo ou concentrado em alguma de suas etapas.

Apesar de a maioria dos autores utilizarem apenas as quatro etapas listadas anteriormente, como estrutura básica para elaboração de projetos *STEAM*, existem outros que propõe estrutura diferente, com pequenas alterações para um projeto. Dentro desse contexto, Bender (2014 p.24) sugere que, as fases de pesquisa e levantamento de ideias, devido à complexidade de tarefas as serem desenvolvidas pelos educandos, podem ser subdivididas para facilitação do trabalho. Segundo ele, essas tarefas variam de um proponente da ABP para outro, mas elas geralmente incluem o seguinte:

- Fazer Brainstorm (chuva de ideias) sobre as possíveis soluções;
- Identificar uma série específica de tópicos para ajudar a coletar informações;
- Dividir responsabilidades sobre o recolhimento de informações;

- Desenvolver uma linha do tempo para o recolhimento de informações;
- Pesquisar por informações sobre o problema ou a questão;
- Sintetizar os dados coletados;
- Tomar decisões cooperativamente sobre como prosseguir a partir desse ponto;
- Determinar quais informações adicionais podem ser essenciais;
- Desenvolver um produto, ou múltiplos produtos ou artefatos, que permitam que os estudantes comuniquem os resultados de seu trabalho.

Nesse panorama, Bender (2014) sugere que o desenvolvimento do produto ou artefato permitiria a comunicação do resultado desse trabalho ao público. Ele destaca, inclusive, que essa etapa é fator crucial na abordagem. Ainda segundo ele “as oportunidades de publicação (do produto) são limitadas apenas pela imaginação coletiva do professor e das turmas” (p.53). Ele sugere a criação de vídeos para o website ou canal do *YouTube* da escola ou ainda divulgação através de meios impressos, como o jornal da Unidade de Ensino. Isso serviria de motivação para que os alunos se envolvessem mais no processo de aprendizado e passassem a atribuir mais valor ao mesmo pois, “a apresentação do trabalho de sala de aula a outras pessoas da comunidade é uma maneira de mostrar o valor desse trabalho” (BENDER, 2014, p.53).

Diante do exposto, percebe-se que a Abordagem *STEAM* possui contribuições excelentes para a prática diária do professor em sala de aula pois, além de dar protagonismo ao estudante, torna a aula muito mais interessante e produtiva, isso só para citar alguns elementos positivos da Abordagem.

No entanto, assim como qualquer metodologia, a Abordagem *STEAM* tem prós e contras. Entre as dificuldades de se utilizar a Abordagem, temos a questão da carga horária que muitas vezes limita o trabalho do docente. Dado que um projeto depende de bastantes variáveis, entre elas a criatividade dos alunos. Pensando nisso, muitas vezes é complexo fazer estimativas de tempo para o desenvolvimento de algumas etapas da atividade, principalmente nos

primeiros contatos, tanto do professor quanto dos alunos, com a Abordagem em sala.

Outro obstáculo à implantação da Abordagem em sala de aula se refere à forma de avaliar a produção do projeto pois o mesmo demanda várias etapas e culmina com um produto. Nesse caso, muitos docentes tem dificuldades em avaliar o processo. Outros pretendem avaliar apenas o produto (etapa final) o que não atinge os objetivos propostos pela Abordagem.

E, talvez, a maior dificuldade ao se trabalhar uma Abordagem inovadora na educação, como *STEAM*, esteja relacionada à uma mentalidade arcaica e retrógrada que remete ao ensino tradicional e emperra o progresso de desenvolvimento de Abordagens e Metodologias eficazes de aprendizado. Dentro desse contexto, pode-se enumerar diversas dificuldades, como: muitos professores com formação específica não conseguem se “encontrar” em um projeto *STEAM* por estarem acostumados a ver o ensino na forma de conteúdos e não de competências, como requer a nova BNCC (BRASIL, 2018) do ensino Médio. Outra adversidade importante de ser citada é que vários docentes não conseguem enxergar sua disciplina a partir de uma visão holística, esses profissionais não conseguem fazer a transdisciplinaridade necessária para um projeto, como diz um ditado popular: “eles não conseguem pensar fora da caixinha” ou se descentralizar da “zona de conforto”.

Podem-se elencar várias possibilidades de superação das dificuldades citadas. Por exemplo: O professor de Matemática pode propor para um professor de outra disciplina a implementação de um projeto em determinada turma (ou série) da escola. Assim, os docentes poderão somar conhecimentos e experiências, bem como o tempo de suas aulas para o desenvolvimento do projeto. Esse tipo de parceria ajuda a suplantar várias das dificuldades descritas pois, promoverá a transdisciplinaridade bem como a troca e a soma de conhecimentos entre os docentes que ampliará os horizontes de conhecimentos de ambos.

Quanto a avaliação, Cuginotti (2020) sugere a produção de rubricas para o controle do que é produzido pelos estudantes e posterior atribuição de nota avaliativa. Uma rubrica pode ser uma tabela onde os estudantes anotam suas

contribuições para o projeto. É importante que nessa tabela conste: o nome do aluno, sua contribuição e a data da contribuição. Pode-se acrescentar mais itens a que o professor avaliará como participação do aluno no projeto como: autoavaliação, relatos dos alunos, entre outros. Os citados aqui são apenas a critério de sugestão. Cabe destacar que essa avaliação deve ser contínua, isto é, cada produção dos alunos na aula deve ser analisada para compor a avaliação.

4 PROPOSTA PEDAGÓGICA COM STEAM PARA ENSINO DE FRAÇÕES

O conhecimento é o gerador do saber, que vai ser decisivo para a ação. Por conseguinte, é no comportamento, na prática, no fazer que se avalia, redefine e reconstrói o conhecimento. A consciência é o impulsionador da ação do homem em direção à sobrevivência e transcendência, ao saber fazendo e fazer sabendo. O processo de aquisição do conhecimento é, portanto, essa relação dialética saber/fazer, impulsionado pela consciência, e se realiza em várias dimensões (D'AMBROSIO, 2013, p.34).

É provável que todo professor de Matemática que já ministrou aulas na educação básica tenha escutado questionamentos verbalizados por estudantes sobre as aplicações práticas de determinado assunto ou de que maneira o assunto abordado impactará sua vida. São interrogações genuínas de educandos que veem a matemática como algo totalmente sem sentido e que foi introduzida na escola apenas para lhes enfadar a vida. Apesar da sinceridade chocante, esse tipo de indagação não é sem motivo pois muitos conteúdos de matemática são apresentados pelos docentes de forma totalmente abstrata, descontextualizada e maçante. Isso produz enorme desinteresse nos educandos gerando descompassos educacionais. Blanco (2020, p.99), por exemplo, pondera que:

Desde o início dos anos 1990, já existia no Estados Unidos, a percepção de que a falta de contextualização, integração e aplicação prática das ditas disciplinas exatas estava causando grande defasagem de conhecimento nos estudantes e futuros profissionais. Foi para sanar essa defasagem que surgiu o movimento STEAM (que no início não incluía as artes e era chamado apenas de STEM), marcado por alguns princípios que norteariam a forma de recuperar a contextualização de determinados conceitos que estavam sendo ensinados de maneira estanque, tanto na matemática, quanto nas ciências, na engenharia e na tecnologia.

Além disso, a maioria dos discentes não conseguia fazer conexões dos cálculos apresentados em sala com nada utilizado no cotidiano dos educandos. Para estes estudantes, a matemática representava apenas sequências de símbolos que deviam ser decorados para que se pudesse, no ano seguinte, estar em outra série na escola. É nesse contexto que se percebe a urgente necessidade de mudança na forma de se ensinar matemática. De acordo com Oliveira (2013, p.32):

Pode-se afirmar que cada aluno tem sua individualidade no ensino, ou seja, cada um aprende e absorve o conhecimento de maneira diferente. Com isso o professor precisa se habituar e saber articular a

teoria com a prática utilizando formas diferenciadas para aprendizagem. Desta forma, de maneira lúdica e concreta, pois quando utilizamos materiais como jogos pedagógicos que visam de forma abrangente o ensino, aumentam as possibilidades de aprendizagem do aluno.

Para o estudante que chega ao sexto ano, o impacto é maior ainda pois, ao passar do quinto para o sexto ano, este deixa de ter um professor que ministrava quase todas as disciplinas para ter um professor para cada uma das matérias da escola. Mesmo sem entrar no mérito do choque psicológico que envolve essa mudança, pois não é este o objetivo deste trabalho, é fato que essa transição, assim como qualquer outra na vida de uma criança ou adolescente, necessita de tempo para ser assimilada.

A problemática no ensino da Matemática está evidenciada em cada nível de ensino, visto que muitos professores argumentam que o aluno chega à segunda etapa do Ensino Fundamental com lacunas na aprendizagem que vão se acumulando à medida que avança em sua vida escolar. Essa percepção se estende aos professores do Ensino Médio e, por consequência, ao Ensino Superior. Muitas questões contribuem para esta constatação. Nesse sentido, fez-se necessária uma reflexão a respeito da evolução na aprendizagem dos conteúdos matemáticos pelos alunos, no momento de transição do quinto para o sexto ano do Ensino Fundamental, sendo este um período crucial na vida do estudante em razão das grandes mudanças que permeiam o processo de ensino e aprendizagem nesta fase. A mudança do 5º para o 6º ano traz para o aluno alterações significativas nas organizações didático-pedagógicas, tais como: precisam se relacionar com professores das diversas áreas do conhecimento, cada um com sua linguagem, sua metodologia, sua maneira de ensinar; são conteúdos diferenciados, tarefas, trabalhos, provas, notas, trocas de aulas, horários, novos amigos, entre outros. É um momento de rompimento com a infância e hora de tomar consciência de suas responsabilidades. (SANTOS, 2013, p.03)

É diante dessa conjuntura que o professor de Matemática do sexto ano tem que abordar um conteúdo que, apesar de ter sido iniciado no ano letivo anterior, será aprofundado, sob sua responsabilidade, no atual período, e cuja importância é enorme para a vida do estudante: o estudo de frações.

Para grande parte dos professores de Matemática, o momento de planejamento de uma aula, particularmente quando se pretende abordar um assunto novo para a turma, envolve bastante ansiedade. Muitas preocupações que podem perpassar a mente do educador como a de tornar o conteúdo interessante, a(s) situação(ões) do cotidiano que podem ser utilizadas como exemplo, formas de motivar à participação na aula e como estimular os estudantes a compreenderem a importância do conteúdo para a sua formação

humana e acadêmica. As observações citadas são apenas exemplos hipotéticos dos pensamentos do professor nos momentos de elaboração, ministração e avaliação do conteúdo abordado em sala. As respostas à essas perguntas nortearão a prática docente no processo de ensino-aprendizagem.

Diante dessa situação, se tem a questão de como um professor de Matemática pode preparar uma aula para apresentar o conteúdo de frações para uma turma de sexto ano. Não uma aula tradicional, com uma abordagem mecânica, repleta de fórmulas prontas para serem decoradas pelos estudantes e que em alguns dias logo serão esquecidas, mas uma apresentação em que os estudantes sejam sujeitos ativos na construção do conhecimento e que o aprendizado seja significativo. Não há resposta única para esses questionamentos. A complexidade inerente a situação reside na própria diversidade inerente ao conhecimento humano.

A abordagem *STEAM*, já amplamente apresentada aqui, requer que o estudante produza um objeto concreto e, a partir dessa produção, aplique e relacione o conhecimento que se deseja que ele adquira.

Sendo assim, será apresentada uma proposta pedagógica para ministração do conteúdo de frações para turmas do 6º ano, baseada na abordagem *STEAM*. Essa proposta traz uma abordagem interdisciplinar e transdisciplinar que, para abordar o conteúdo proposto, utilizará objetos de conhecimento de: matemática, música, tecnologia com uso de celular, trabalho manual, entre outras.

4.1 Caminhos Metodológicos

O trabalho foi pensado como uma proposta do ensino de frações para turmas de sexto ano do Ensino Fundamental, utilizando a abordagem *STEAM*, que vai de encontro a necessidade evidente da utilização de metodologias inovadoras no ensino de Matemática que superem o ensino tradicional tornando a sala de aula um espaço de aprendizagem real, preparando o estudante para a vida profissional e cidadã.

A escolha do tema não foi aleatória, ela partiu, da experiência vivenciada em sala de aula e do contato com o referencial bibliográfico. Diante dos

resultados satisfatórios obtidos, se percebeu a importância da socialização do tema além da apresentação de um exemplo de sequência didática para o docente que pretenda reformular sua prática pedagógica.

Importante ressaltar que o ensino de frações para turmas de sexto ano do ensino fundamental é um tema extremamente relevante de ser discutido haja vista as dificuldades associadas não apenas ao tema, mas também ao público-alvo. Dado que a maioria dos professores de Matemática ainda fazem uso do método tradicional de ensino onde se considera o aluno um repositório de conhecimento torna-se urgente uma mudança nesse paradigma e a utilização de metodologias que tornem o ensino eficaz promovendo aprendizado significativo.

Muitos fatores tem contribuído para que os estudantes apresentem um baixo desempenho na construção dos conceitos e operações envolvendo frações. Entre esses, podemos citar: defasagem de conhecimento nas operações básicas de matemática (soma, subtração, multiplicação e divisão), apresentações totalmente abstratas e sem paralelo com a realidade do estudante por parte de grande parte dos docentes, o fato de o assunto ser novo para o educando e, por fim, um ensino centrado no professor ou no conteúdo.

O subaproveitamento nesse assunto não está restrito ao sexto ano. Como o uso de frações é um conteúdo que acompanhará o estudante durante toda a vida acadêmica, para não mencionar o reconhecimento e uso desse conteúdo no dia a dia, o fato de não o aprender no sexto ano do Ensino Fundamental gera um efeito “bola de neve” pois os conceitos que envolvem frações e suas operações são pré-requisitos para uma gama enorme de assuntos que serão abordados nas séries seguintes.

Devido ao fato de o estudante não haver aprendido este conteúdo no sexto ano, ele apresentará enormes dificuldades para compreender outros assuntos que não se restringem à Matemática, eles passarão por todas as áreas de conhecimento em especial as ciências da natureza. Isso causa um prejuízo acadêmico enorme para esse estudante além de desestimulá-lo a seguir uma carreira nas áreas que demandam conhecimentos de Matemática.

Diante disso, é fundamental que o docente tenha a sua disposição diversos métodos para abordar a temática de maneira eficaz permitindo que o estudante termine o 6º ano do ensino fundamental com uma boa compreensão a respeito dos conteúdos envolvendo frações.

4.2 A sequência didática como forma de planejamento de aula

Sendo *STEAM* uma abordagem que permite ao estudante exercitar sua criatividade, esta proposta de sequência didática não é uma tentativa de cercear tal liberdade criativa. Ela é apenas um exemplo para o professor que nunca utilizou a abordagem e, apesar do desejo de aplicá-la, se sente inseguro para iniciar tal empreitada. A partir dessas considerações, segue um modelo onde o docente pode se inspirar para trabalhar o referido conteúdo. É óbvio que aquele que já compreendeu a dinâmica da Abordagem *STEAM* deva saber que, mesmo que o professor se proponha a utilizar o exemplo na prática, a probabilidade de que surjam novos caminhos, questionamentos e objetos matemáticos ao longo do processo é 100% certa.

4.2.1 A sequência didática

Essa sequência baseia-se em um trabalho proposto por Sucupira e Catarino (2017).

Escola

Área do conhecimento: Matemática e suas tecnologias, Ciências da Natureza e suas tecnologias, Linguagens e suas tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

Disciplina: Matemática

Professor (a):

Ano: 6º EF

Turma:

Quantidade de aulas: 13 tempos

Conteúdos abordados: Frações. Operações com frações. Estudo do som. História da matemática. Unidades de medida. Uso de instrumentos de medida. Produção manual de instrumento de som. Uso de aplicativo de celular que relaciona a frequência de um som (nota musical) com o comprimento de uma corda.

Tema: Aprendendo frações e operações envolvendo frações através da produção manual de instrumento musical de cordas utilizando a Abordagem STEAM.

Justificativa: O conteúdo de frações é novo para o estudante do sexto ano. Além disso, muitos professores utilizam estratégias de ensino ultrapassadas e baseadas apenas em abstrações, não relacionando os conteúdos com o cotidiano dos educandos. Dessa forma, é apresentada uma proposta de trabalho que faz uso de material concreto que relaciona conceitos, muitas vezes tratados de forma abstrata, como o estudo das operações envolvendo frações, com aplicações práticas, como a relação de uma fração com uma nota da escala musical, tendo em vista despertar o interesse do aluno para o aprendizado dos conteúdos propostos bem como a transdisciplinaridade do tema abordado.

Competências: Nesta atividade é possível se trabalhar todas as competências da BNCC (BRASIL, 2018) que são, de forma resumida: conhecimento, pensamento científico, crítico e criativo, repertório cultural, comunicação, cultura digital, trabalho e projeto de vida, argumentação, autoconhecimento e autocuidado, empatia e cooperação, responsabilidade e cidadania.

Habilidades: As habilidades abaixo estão contidas na BNCC (BRASIL, 2018) com seus respectivos códigos.

- (EF06MA07) Compreender, comparar e ordenar frações associadas às ideias de partes de inteiros e resultado de divisão, identificando frações equivalentes.
- (EF06MA08) Reconhecer que os números racionais positivos podem ser expressos nas formas fracionária e decimal, estabelecer relações entre essas representações, passando de uma representação para outra, e relacioná-los a pontos na reta numérica.
- (EF06MA09) Resolver e elaborar problemas que envolvam o cálculo da fração de uma quantidade e cujo resultado seja um número natural, com e sem uso de calculadora.

- (EF06MA24) Resolver e elaborar problemas que envolvam as grandezas comprimento, massa, tempo, temperatura, área (triângulos e retângulos), capacidade e volume (sólidos formados por blocos retangulares), sem uso de fórmulas, inseridos, sempre que possível, em contextos oriundos de situações reais e/ou relacionadas às outras áreas do conhecimento.

Objetivos:

- Compreender as operações envolvendo frações.
- Compreender o uso das frações em situações do cotidiano.
- Compreender que o conhecimento a respeito das frações é resultado de um processo de construção histórica que se inicia na antiguidade (Pitagóricos).
- Perceber que a música possui relação intrínseca com a matemática.
- Aplicar o conhecimento de frações na construção de um instrumento musical com material do cotidiano.
- Compreender que as notas musicais naturais estão relacionadas por quantidades fracionárias.
- Aprender a utilizar um aplicativo de celular que verifica a nota musical emitida por um instrumento de cordas a partir da frequência de vibração do instrumento.
- Desenvolver nos estudantes as competências da BNCC (BRASIL, 2018) como: conhecimento, pensamento científico, crítico e criativo, repertório cultural, comunicação, cultura digital, trabalho e projeto de vida, argumentação, autoconhecimento e autocuidado, empatia e cooperação, responsabilidade e cidadania.
- Resolver situações práticas e abstratas a partir do conhecimento das frações.

Público-alvo: Alunos do 6º ano, na faixa etária de 10 a 17 anos.

Perfil das turmas: Turmas de 25 a 40 alunos egressos do 5º ano do Ensino Fundamental.

Recursos: projetor multimídia (data show), computadores conectados à internet, quadro branco, garrafa PET de 2 litros (vazia), um metro de cano de PVC (25 mm), fios de plástico, corda de violão, caneta para quadro branco, caneta tinta permanente, folhas de papel A4, cartolina, violão, estilete, prancha de madeira de 1,10 metro, lápis, tesoura, caneta, pasta com divisórias de plástico, corretivo, ligas de elástico, cola instantânea, trenas, régua, celular, aplicativo de afinação de violão (instalado no celular).

Avaliação: Avaliação continuada realizada em cada etapa do processo.

ATIVIDADE 1

Conteúdo abordado: Introdução histórica e apresentação da questão norteadora

Quantidade de aulas/horas: 2 aulas

Sequência didática da atividade 1

Organização da turma

- Os estudantes devem ser organizados em grupos de 4 ou 5 componentes. Existem várias possibilidades para essa organização, por exemplo: pode-se deixar que os próprios estudantes escolham os integrantes do grupo de forma livre. Um problema desse tipo de escolha é que se perde a socialização, já que estes tenderão a escolher os colegas que já se conhecem e não farão novas interações. Outra possibilidade é o professor escolher alguns estudantes que serão “cabeças de chave”, isto é, o primeiro estudante escolhido escolherá o seguinte para compor seu grupo. Assim que todos os cabeças de chave fizerem suas escolhas o processo se inicia novamente até que todos os educandos da turma sejam escolhidos. Outra sugestão seria a de sorteio para se compor os grupos. Porém, entre as várias possibilidades disponíveis, a que parece mais vantajosa é uma combinação da segunda com a terceira opção, apresentada aqui, onde o professor

escolhe o “cabeça de chave” e faz o sorteio dos demais membros da equipe. Caso o professor conheça os estudantes é importante que ele coloque como “cabeça de chave” aqueles que possuem mais facilidade com conteúdos matemáticos ou os que possuem mais dificuldade pois os grupos tenderão a ter um equilíbrio com estudantes que possuem habilidades diversificadas e os mesmos poderão se ajudar mutuamente tornando o grupo uma equipe.

Introdução

- Iniciar com a apresentação a pergunta: Existe relação entre a música e a matemática?
- Ao introduzir a aula com esse questionamento, o professor pode escrevê-lo na lousa e dar um tempo para que os estudantes, organizados em grupos, troquem ideias sobre a resposta (10 minutos, por exemplo). Ao fim deste tempo, o professor pode anotar no quadro as respostas dos educandos e permitir que os mesmos questionem, de forma organizada, as propostas dos outros grupos. Encerrado este momento de debate, o professor pode iniciar o vídeo motivador para dar suporte aos estudantes e, após o vídeo, o professor pode refazer a pergunta e anotar as novas respostas. Como sugestão, o professor pode escrever a pergunta na parte superior da lousa e, abaixo da pergunta, dividir o espaço para as respostas com uma linha: do lado esquerdo ele pode colocar as respostas dadas antes dos estudantes assistirem ao vídeo e do lado direito, as respostas dadas depois.
- Apresentação do vídeo motivador. Pitágoras e a Música - Donald no País da Matemática <https://www.youtube.com/watch?v=66l6MBQgcRg> (Acesso em 19/10/22)

Desenvolvimento / Busca de soluções:

- Nesta etapa, os estudantes, reunidos em grupos, debatem meios para dar respostas a pergunta inicial, que já pode ser a questão motivadora. Os alunos devem anotar as possibilidades de solução do problema em uma folha de papel que será entregue no fim da aula ao professor.

Nessa fase, assim como em todo o decorrer da atividade, o professor será apenas um mediador, ou seja, acompanhará os estudantes no decorrer da tarefa e, se necessário, fará intervenções pontuais visando o bom andamento do trabalho.

Conclusão

- Ao fim desta aula os estudantes devem apresentar ao professor, em uma folha de papel: os nomes dos integrantes do grupo bem como um resumo ou mapa mental do que o grupo produziu.
- É importante que o professor registre o máximo as aulas, através de fotos e vídeos pois ao final da sequência didática esses registros serão de fundamental importância. Nessa primeira aula o professor mesmo pode se encarregar dos registros ou pedir que alguns estudantes o ajudem. Porém, o professor deve informar aos estudantes que, a partir do segundo encontro, essa tarefa ficará a cargo dos próprios estudantes que serão organizados em grupos, ou seja, cada grupo ficará responsável de registrar sua produção.

Avaliação

A avaliação deve ser continuada, isto é, feita em todas as etapas da atividade. É importante que o professor tenha elaborado previamente mapas de notas onde ele poderá registrar a contribuição de cada estudante no decorrer da tarefa. Dessa forma ele pode tanto avaliar quanto motivar os estudantes que estejam dispersos durante a atividade. É fundamental que, desde o início da sequência didática, o professor deixe claro como será feita a avaliação das atividades (participação, cooperação, produção individual, entre outros) para evitar discussões ou mal-entendidos posteriores.

Neste primeiro encontro, o professor pode estabelecer uma avaliação composta pela soma das participações individuais e do grupo (não deve esquecer de informar os estudantes sobre o método de avaliação). Nesse caso, o docente pode atribuir uma nota para o grupo como um todo e outra

para cada estudante, esses valores serão somados para compor o valor total da nota do educando nesta atividade. Para facilitar a tarefa do professor em todo o processo, é importante que o mesmo elabore um mapa para registrar todas as contribuições, tanto do grupo quanto individuais, para a atividade. Na parte referente a avaliação do grupo, o professor pode estabelecer os seguintes critérios: organização, elaboração de um resumo do que o grupo produziu nesta aula, participação no debate das ideias propostas durante a exposição do vídeo motivador. Quanto a avaliação individual, o professor pode solicitar que cada aluno pesquise, escreva e entregue na aula seguinte um texto, de no mínimo 20 e no máximo 40 linhas, sobre a relação existente entre a matemática e a música. Cabe ressaltar que essas propostas de avaliação são apenas sugestões.

ATIVIDADE 2

Público-alvo: 6º ano do EF

Conteúdo abordado: Relação da matemática com a música

Quantidade de aulas/horas: 2 aulas

Sequência didática da atividade 2

Organização da turma

- A organização da turma deve ser mantida nos grupos previamente estruturados.

Introdução

- Pergunta introdutória: É possível construir um instrumento musical de cordas com materiais do dia a dia?
- O professor deve dar um tempo para que os estudantes reflitam sobre o questionamento e apresentem propostas de solução (10 minutos, por exemplo). O professor pode pedir que cada grupo anote suas propostas em um papel e o entregue no fim do questionamento. Neste momento o pode-se sugerir que os estudantes utilizem a técnica de *brainstorm* (tempestade de ideias) já que é muito provável que surjam um grande

número de propostas e é importante que os estudantes as analisem antes de decidir qual a melhor ou se existe a possibilidade da combinação de várias ideias para gerar uma solução para o problema.

- Nas últimas aulas da sequência didática, o professor pode devolver para o grupo o papel recebido e pedir que o grupo reflita sobre as ideias que possuía no início do processo e as do final. O professor pode solicitar que cada grupo exponha para a turma, pelo menos uma ideia proposta inicialmente e que foi abandonada ou modificada durante o processo, e que se exponha o que motivou tal mudança. Essa prática tem por finalidade que os estudantes percebam a evolução ou amadurecimento do próprio conhecimento, o que é uma prática para a própria vida.
- O professor pode utilizar um vídeo motivador para dar um direcionamento aos alunos caso os mesmos apresentem dificuldades na pesquisa. Seguem algumas sugestões de vídeos:

Como fazer “O violão mais simples do mundo”
<https://www.youtube.com/watch?v=3NeCRUS20is> (Vídeo de um canal no *YouTube* que mostra como construir um instrumento de corda utilizando garrafa PET)

“O que é um monocórdio? Aprenda a fazer o seu...”
<https://www.youtube.com/watch?v=XWFsNvGByh4&t=427s> (demonstra como se faz um monocórdio com tábua de madeira, bastante fácil, e que ensina como localizar as notas usando um aplicativo de afinação)

“A origem das notas musicais - Pitágoras e a música”
<https://www.youtube.com/watch?v=ljJcKXXqBo> (conta a história de Pitágoras e o monocórdio, a relação do comprimento da corda com as notas musicais e frequências.)

- Após a apresentação do vídeo, o professor pode refazer a pergunta e pedir que os estudantes façam uma releitura de suas respostas e verificar se ainda mantêm sua opinião.

Desenvolvimento / Busca de soluções:

- O professor deve motivar os estudantes a construir um instrumento de cordas, sendo o mais prático o monocórdio, utilizando material do cotidiano. Existem inúmeras possibilidades de solução deste problema e o professor deve deixar que os estudantes utilizem a criatividade e iniciativa nessa tarefa. Uma das possibilidades é solicitar que os grupos pesquisem na internet como construir um instrumento de cordas com material do dia a dia. Em seguida, o grupo deverá fazer um brainstorm, anotando as ideias que surgirem (de 20 a 30 minutos). É importante que as ideias sejam registradas em um papel e entregues ao professor no fim da aula. No papel, devem constar: um desenho esquemático, um passo a passo da construção do instrumento, os materiais que serão utilizados na confecção, a divisão das tarefas para a execução da atividade tais como: pesquisa, elaboração de mapa conceitual, construção do instrumento, entre outros.
- O professor deve acompanhar o processo sempre como mediador.

Conclusão

- Ao fim desta aula os estudantes devem apresentar, em uma folha de papel: os nomes dos integrantes do grupo bem como suas tarefas específicas na produção da atividade, um desenho esquemático de como ficará o instrumento ao término da atividade, um cronograma para realização da tarefa e um resumo do que cada um dos estudantes produziu nessa aula.

Avaliação

- A avaliação deve ser continuada, isto é, feita em todas as etapas da atividade. É importante que tenham sido elaborados anteriormente mapas onde se possa registrar a contribuição de cada estudante. Dessa forma é possível tanto avaliar quanto motivar os estudantes que estejam dispersos durante a tarefa.

Pode-se manter o mesmo formato de avaliação utilizada no início: grupo e individual. Esse tipo de avaliação pode até ser utilizada como padrão para todas as atividades o que permitiria ao professor avaliar competências requeridas pela BNCC (BRASIL, 2018) como: cooperação, empatia e comunicação.

Na parte referente a avaliação do grupo, podem-se estabelecer os seguintes critérios para esta atividade: elaboração de um resumo do que o grupo produziu nesta aula discriminando nele as contribuições individuais, participação no debate das ideias propostas, entrega de uma folha contendo as propostas que surgiram durante o brainstorm. Quanto a avaliação individual, pode-se solicitar que cada estudante pesquise, escreva e entregue na aula seguinte um desenho, em uma folha de papel A4, de como ele imagina que seria um instrumento músicas de apenas 1 corda. Além do desenho, é possível solicitar que o estudante escreva quais materiais seriam utilizados na produção do instrumento.

ATIVIDADE 3

Público-alvo: 6º ano do EF

Conteúdo abordado: Produção manual de um instrumento de cordas

Quantidade de aulas/horas: 3 aulas

Sequência didática da atividade

Organização da turma

- A organização da turma deve ser mantida nos grupos previamente estruturados.

Introdução

- Esta aula é uma continuação direta da anterior. É a execução do que foi planejado pelos estudantes. Então, é necessário fazer uma breve retomada do assunto da aula anterior e em seguida, iniciar com os estudantes a produção do instrumento musical.

Desenvolvimento / Busca de soluções:

- Esta aula envolve produção manual, então, há necessidade de se providenciar com antecedência ou solicitar que os estudantes tragam para a escola o material que será utilizado na produção do instrumento musical.
- Apesar de as tarefas relativas à cada integrante do grupo terem sido definidas previamente, é importante que todos estejam envolvidos nesse momento de produção manual, seja manuseando o material, desenhando esquemas, revisando as pesquisas ou fazendo o resumo do trabalho do dia. O grupo deve sempre estar ocupado com alguma tarefa referente à atividade e evitar que quaisquer dos membros fiquem ociosos.

Conclusão

- Ao fim desta aula, cada grupo deve ter concluído seu instrumento. O professor deve estar atento para que todos consigam completar a tarefa dentro do cronograma estabelecido. Caso seja constatado que algum dos grupos encontre dificuldades na produção, deve-se mediar a situação, dando pequenas sugestões de como prosseguir, porém, deve-se ter o cuidado de não realizar a tarefa no lugar dos estudantes. Ao fim desta aula, como nas outras, os estudantes devem apresentar, em uma folha de papel um pequeno relatório de trabalho contendo: os nomes dos integrantes dos grupos relacionados a tarefa específica na produção da atividade. Isso pode ser feito na forma de resumo. É importante que o professor tenha sempre em mãos seu próprio mapa de notas para controle e comparação com o que os estudantes apresentarem escrito.

Avaliação

- A avaliação deve ser continuada, isto é, feita em todas as etapas da atividade, com a utilização de mapas prévios.

Pode-se manter o mesmo formato de avaliação utilizado no início: grupo e individual. Esse tipo de avaliação pode até ser utilizada como padrão para todas as atividades o que permitiria ao professor avaliar competências requeridas pela BNCC (BRASIL, 2018) como: cooperação, empatia e comunicação.

Como este momento é de trabalho cooperativo, é possível solicitar que o grupo elabore um resumo da produção discriminando nele as contribuições individuais. Dessa forma pode-se fazer a avaliação coletiva utilizando como critérios: cooperação, empatia, iniciativa e comunicação. Embora não seja tarefa fácil, é importante que o professor tenha um olhar atento para toda a classe de forma a identificar estudantes que não cumpram suas tarefas. Recomenda-se ter uma conversa com o grupo para identificar possíveis atritos e mediar a situação para que todos contribuam de maneira efetiva na atividade.

ATIVIDADE 4

Público-alvo: 6º ano do EF

Conteúdo abordado: Uso de frações para marcar no instrumento de cordas as notas musicais e tocar uma música no instrumento criado

Quantidade de aulas/horas: 2 aulas

Sequência didática da atividade 4

Organização da turma

- A organização da turma deve ser mantida nos grupos previamente estruturados.

Introdução

- Assim como na aula anterior, há uma continuação da produção manual do instrumento musical. Dessa forma, pode-se iniciar a aula com uma breve retomada do assunto de operações com frações pois a atividade, como um todo, tem por finalidade o aprofundamento e aplicação do conteúdo de frações. Então antes de iniciar a sequência didática, o professor já deve ter abordado de forma teórica o estudo das frações e

as operações que envolvem as frações. Após essa retomada de conteúdo, deve-se dar continuidade à aula questionando os estudantes sobre como marcar as notas musicais no instrumento construído utilizando operações com frações, sendo esta a pergunta norteadora do trabalho. Assim como nas aulas anteriores, é possível anotar no quadro a pergunta e as respostas dadas pelos estudantes. Após isso, pode iniciar a atividade proposta.

Desenvolvimento / Busca de soluções:

- Após essa abordagem inicial, o professor deve dar um tempo para que os estudantes pesquisem como resolver o problema (20 minutos). Neste momento o professor pode solicitar que os estudantes façam um brainstorm. O professor pode utilizar um vídeo motivador para inspirar os estudantes e/ou motivá-los na solução do problema, por exemplo:

“Monocórdio de Pitágoras - Escala Pitagórica Diatônica”
<https://www.youtube.com/watch?v=ESPdVRmQVms&t=189s> (mostra um monocórdio onde se verifica as notas musicais utilizando um instrumento eletrônico).

“O Monocórdio Pitagórico - Música e Matemática”
https://www.youtube.com/watch?v=g_ye7TcHvs0 (feito por alunos de música da UEPA de Vigia, em 2017, conta, de maneira breve, a relação da matemática com a música e fornece instruções simples de como construir um monocórdio com materiais de fácil acesso)

- Para fazer as marcações, os estudantes podem utilizar os mais variados recursos, por exemplo: corretivo, braçadeira de plástico, linha, elástico, entre outros. É importante ressaltar que para fazer as marcações os estudantes devem dispor de instrumentos de medida como trena, régua, entre outros. É nesse momento em que o conhecimento matemático dos educandos será transposto da teoria para a prática pois, as marcações demandarão que os mesmos realizem multiplicações de frações.

- Um detalhe importante que o professor pode sugerir durante a confecção do instrumento é que a corda tenha 1 metro de comprimento entre os pontos fixos pois tal fato facilitará os cálculos envolvendo as frações. Os estudantes, ao utilizar tal procedimento, estarão repetindo o que Pitágoras fez cerca de 2600 anos atrás para produzir um instrumento musical. Esse fato deve ser destacado ao final da atividade.
- Cabe destacar que, para facilitar a tarefa dos estudantes, é possível sugerir que estes instalem em seus celulares um aplicativo de afinação de violão e, após a instalação, afinar o instrumento na nota DÓ para, a partir desse tom musical, marcar as outras notas, encontrando a 4ª justa ($\frac{2}{3}$ do comprimento livre da corda) e a 5ª justa ($\frac{2}{3}$ do comprimento livre da corda) de DÓ e, em seguida, utilizando as operações com frações, localizar as outras notas musicais fazendo as devidas marcações.
- Outra possibilidade é que os estudantes façam operações envolvendo as frações e depois transformem esse valor para número decimal e localizem no instrumento a respectiva medida. Sendo uma atividade em que se propõe utilizar a Abordagem *STEAM*, é muito provável que esse tipo de estratégia surja durante a atividade. Como se deseja que os estudantes utilizem e exercitem conhecimentos envolvendo as operações com frações, pode-se solicitar que o grupo que escolher essa estratégia utilize também o método envolvendo as frações, ou seja, que faça ambos.
- Ao efetuar os cálculos para marcar a posição das notas musicais no instrumento, é possível verificar qual dos grupos chegará a conclusão de que para encontrar cinco das sete notas musicais, o estudante poderá utilizar a seguinte fórmula: $y = k \cdot (\frac{2}{3})^x$; $0 \leq x \leq 6$. Como Pitágoras percebeu, a 5ª justa de uma nota corresponde a $\frac{2}{3}$ da medida da corda solta desta nota. Prolongando este processo, o estudante encontrará:
 - DÓ (original) $\times \frac{2}{3}$ = SOL (5ª de DÓ);
 - SOL (original) $\times \frac{2}{3}$ = RÉ (5ª de SOL);
 - RÉ (original) $\times \frac{2}{3}$ = LÁ (5ª de RÉ);

- LÁ (original) $\times 2/3 = MI$ (5ª de LÁ);
- MI (original) $\times 2/3 = SI$ (5ª de MI);
- O estudante pode perceber que, ao afinar o instrumento na nota DÓ, basta dividir o tamanho da corda livre em $2/3$ e encontrará a 5ª justa de DÓ (nota SOL). Do tamanho da corda livre de SOL, ele pode repetir o processo e encontrará a 5ª justa de SOL (nota RÉ). Continuando este processo encontrará as notas: DÓ, RÉ, MI, SOL, LÁ, SI. A nota que está faltando é FÁ que pode ser encontrada através da medida de $3/4$ da corda solta da nota DÓ original.

Conclusão

- O objetivo desta etapa da atividade é que os estudantes apliquem a Abordagem *STEAM* de fato pois, ao construir, marcar as notas musicais e afinar o instrumento, o grupo utilizou, no decorrer do processo, conhecimentos de: ciência, tecnologia, engenharia, matemática e arte, ou seja, o objeto construído, apesar de simples, demandou uma gama de conhecimentos que combinados resultam em uma atividade transdisciplinar que permite ao estudante conectar saberes que até o momento ele não percebia a relação.

Avaliação

- A avaliação deve ser continuada, isto é, feita em todas as etapas da atividade, com uso de mapas para o registro.

Este momento é, novamente, de trabalho cooperativo. Sendo assim, para a avaliação do grupo, pode-se solicitar que seja elaborado um resumo da produção discriminando nele as contribuições individuais, participação no debate das ideias propostas, e entrega de uma folha de papel A4 contendo as ideias que surgiram durante o *brainstorm*. Quanto a avaliação individual, pode-se solicitar que cada educando escreva em uma folha de papel um texto, de 15 a 30 linhas, explicando sua contribuição para o projeto durante a aula e como sua contribuição proporcionou a conclusão da tarefa como um todo.

O professor deve estar bastante atento a esta etapa de construção e afinação do instrumento pois a mesma é de vital importância para o êxito da tarefa haja vista que determinará a qualidade do som produzido pelo instrumento.

ATIVIDADE 5

Público-alvo: 6º ano do EF

Conteúdo abordado: Afinar e tocar uma música no instrumento produzido

Quantidade de aulas/horas: 2 aulas

Sequência didática da atividade 5

Organização da turma

- A organização da turma deve ser mantida nos grupos previamente estruturados.

Introdução

- Nesta aula os estudantes apresentarão e tocarão o instrumento produzido na atividade. É importante salientar que na Abordagem *STEAM* não temos uma culminância, todas as etapas são importantes para a atividade. Dessa forma, o produto não é a mera apresentação do instrumento produzido, mas a soma de todas as etapas da sequência didática, incluindo a divulgação da atividade em mídias sociais e uma reunião para se debater os resultados da atividade, etapa final que será realizada no encontro seguinte.

Desenvolvimento / Busca de soluções

- Esta se pretende ser a penúltima aula da sequência didática, sendo assim o professor deve ter acompanhado: todos os passos de construção do instrumento musical, a participação efetiva de todos os estudantes, a organização do grupo, e qualidade do som produzido pelo instrumento haja vista que esta etapa depende desse quesito.

- Nesta aula, pode-se levar um violão (sugestão) para a sala a fim de motivar os estudantes a perceberem que, ao tocar os instrumentos produzidos por eles, estão utilizando os mesmos princípios gerais que fazem com que um violão funcione como instrumento musical. Dessa forma, pode-se iniciar a aula tocando uma breve melodia no violão (utilizando apenas uma corda) para que os estudantes se sintam seguros na hora de pôr em prática a atividade.

Após esse início, solicita-se que os estudantes pesquisem na *internet* uma música ou trecho musical para que seja tocado no instrumento produzido. É provável que alguns já tenham familiaridade com instrumentos de corda e toque uma música “de ouvido”. Caso isso ocorra, é possível promover a socialização com o resto do grupo sobre como tocar a música já sabida. É importante que todos os estudantes do grupo consigam tocar, no instrumento, pelo menos o trecho inicial da música escolhida. Nesse caso, o professor deve deixar claro desde o início que passará pelos grupos para verificar se essa tarefa será cumprida.

Finalizado esse momento, deve-se passar nos grupos para verificar se todos os estudantes conseguiram cumprir com o solicitado. E solicitar, também, que cada grupo escolha um componente para apresentar a música ensaiada para toda a turma. O professor deve estar sempre atento para que todos os momentos sejam registrados já que isso fará parte da avaliação da tarefa. Ao fim das apresentações, recomenda-se fazer uma mesa redonda com todos os estudantes da turma e iniciar uma reflexão sobre a relação de todos os conhecimentos envolvidos na atividade até a presente aula. Esse momento é de suma importância para o estudante pois ele poderá avaliar o que aprendeu com esta atividade, não só em relação à Matemática, mas aos conhecimentos que contribuíram para se atingir a meta traçada inicialmente.

Podem-se levantar questões sobre como foi a experiência de se trabalhar em grupo tendo um objetivo traçado, se o estudante descobriu, durante o desenrolar da tarefa, algum talento que antes desconhecia, se ele passou a se identificar com alguma área de conhecimento que antes não sentia

afinidade, enfim, são inúmeras as possibilidades para se debater nesse momento então o professor tem rico material para o fechamento dessa aula.

Avaliação

- A avaliação deve ser continuada, isto é, feita em todas as etapas da atividade.
- Deve-se atentar para as soluções criativas produzidas pelos estudantes às quais ele não previu. É esperado que tais situações surjam e elas enriquecem a prática.

Dessa forma, para a avaliação do grupo, recomenda-se solicitar que seja elaborado um resumo da produção discriminando nele as contribuições individuais e participação no debate da mesa redonda. Quanto a avaliação individual o professor pode verificar se o estudante conseguiu identificar corretamente as notas no instrumento e se conseguiu tocar corretamente o trecho inicial da canção escolhida. Como um dos objetivos na tarefa é que os estudantes desenvolvam a empatia, o professor pode atribuir pontuação extra para os que auxiliarem algum colega que apresente dificuldades no desenvolvimento da tarefa. Nesse caso, para que essa atitude seja espontânea, não se deve avisar que a pontuação extra será atribuída ao estudante que agir com altruísmo. No entanto, é interessante abordar esse tema apenas na mesa redonda e estimular a reflexão para a importância de agir de forma cooperativa e empática, não apenas na escola, mas no cotidiano.

ATIVIDADE 6

Público-alvo: 6º ano do EF

Conteúdo abordado: Criação de um vídeo e postagem em rede social da escola

Quantidade de aulas/horas: 2 aulas

Sequência didática da atividade 6

Organização da turma

- A organização da turma deve ser mantida nos grupos previamente estruturados.

Introdução

- Esta aula será a última da sequência didática e nela os estudantes utilizarão bastante tecnologia. É importante estar atento neste momento final da atividade para que todos os grupos consigam finalizá-la a contento, haja vista que, caso não consigam deverão ser disponibilizadas mais aulas, o que pode comprometer o planejamento. No entanto, é possível que surjam contratempos, nesse caso, deve-se estar atento para auxiliar os estudantes nas tomadas de decisão para que a atividade seja cumprida no tempo previsto além de alertá-los sobre os prazos, afinal, essa atividade também tem por objetivo preparar para o exercício da cidadania. É necessário acompanhar todos os grupos para que trabalhem em equipe evitando que algum dos integrantes seja excluído da atividade ou que fique alheio à tarefa.

Desenvolvimento / Busca de soluções

- Nesta aula os estudantes terão algumas tarefas: criar um vídeo que mostre todo o desenvolvimento da atividade para ser postado em uma rede social, escrever um relatório da atividade que será entregue ao professor, escrever um pequeno texto contendo o relato de pelo menos um dos estudantes do grupo sobre como foi a experiência de participar da atividade para ser postado junto com o vídeo. Postar o vídeo e o relato em uma rede social da escola. Caso a escola não possua uma rede social oficial, solicita-se que algum dos estudantes crie uma conta para a turma.

Avaliação

A avaliação deve ser continuada, isto é, feita em todas as etapas da atividade, com a utilização dos mapas de registro.

Cabe ao professor ter em ordem suas anotações, os relatórios produzidos pelos estudantes e seu mapa de notas. Uma pasta com divisórias internas é muito útil para fazer esse tipo de organização. Uma das dificuldades do professor pode ser em como atribuir nota aos estudantes haja vista que esta atividade é composta de muitas tarefas que utilizam conhecimentos e práticas de várias áreas de conhecimento e o professor talvez não esteja habituado a avaliar práticas subjetivas ou que diverjam da sua formação em matemática. Como sugestão, o professor pode utilizar critérios já elencados anteriormente como: assiduidade, iniciativa, cooperação, empatia, entre outros.

Neste último encontro, o professor pode fazer a avaliação do grupo e de cada estudante individualmente através das anotações dos mesmos. As tarefas a serem avaliadas podem ser: criar um vídeo que mostre todo o desenvolvimento da atividade para ser postado em uma rede social, escrever um relatório da atividade que será entregue ao professor discriminando a contribuição de cada integrante do grupo, escrever um pequeno texto contendo o relato de pelo menos um dos estudantes do grupo sobre como foi a experiência de participar da atividade para ser postado junto com o vídeo. Postar o vídeo e o relato em uma rede social da escola. Caso a escola não possua uma rede social oficial, é possível que algum dos estudantes, ou que um grupo de até quatro voluntários, crie uma conta para a turma. Neste caso, é prudente atribuir uma pequena pontuação extra para este estudante ou grupo, caso este(s) não atinja(m) a nota máxima na tarefa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mundo tem passado por enormes transformações. De acordo com Anderson (2012), o mundo experimenta, neste momento, uma Nova Revolução Industrial que, diferente das anteriores, possui em seu cerne invenções individuais e ao mesmo tempo colaborativas de forma a produzir inovações comunitárias. Isso se deve particularmente à realidade conectada que vivenciamos hoje, isto é, a cooperação que surge a partir dessa realidade mudou o pensamento, as formas de produção e o mundo com um todo. Deste modo: “Em vez da inovação de cima para baixo, conduzida por algumas das maiores empresas do mundo, estamos assistindo à inovação de baixo para cima, promovida por inúmeros indivíduos, abrangendo amadores, empreendedores e profissionais” (ANDERSON, 2012, p.35).

Partindo dessa perspectiva, alguns podem se perguntar qual a relação dessa temática com a educação. A questão é que a educação e os métodos educativos não podem estar alienados da realidade. Eles devem manter permanente diálogo.

Dessa forma, é papel da escola formar o estudante para a cidadania, isto é, ela deve contribuir para que esse indivíduo possa, não somente ter qualificação profissional, mas que essa qualificação gere reflexos na sua qualidade de vida e na sociedade de forma que este estudante exerça de forma plena sua cidadania. Sendo assim, a escola deve produzir uma educação, conforme citada por Anderson, conectada e colaborativa.

Não se deve esquecer, entretanto, que as dificuldades para a prática pedagógica não são poucas. Somado a isso, enfrentamos recentemente uma pandemia de COVID que prejudicou o ensino, em particular dos estudantes de escolas públicas no Brasil. Diante dos números apresentados, de que o Brasil, mesmo tendo um PIB de país desenvolvido, apresenta desenvolvimento educacional de país subdesenvolvido, ocupando os últimos lugares nas pesquisas que mensuram o aprendizado dos estudantes, urge uma mudança de postura de toda a comunidade estudantil no sentido de reverter tal situação.

Nesse sentido, este trabalho se propõe a contribuir na substituição do paradigma educacional atual, baseado em uma proposta de ensino tradicional, centrada no professor ou no conteúdo, para uma abordagem dinâmica, ancorada em metodologias ativas, estas centradas no educando, que tem por finalidade estabelecer um ensino contemporâneo e conectado com a realidade vivenciada pelos estudantes no seu dia a dia, a abordagem *STEAM*. Importante ressaltar que além das metodologias ativas existem outras propostas metodológicas que também possuem contribuições excelentes para a prática educativa.

Este trabalho não se propõe a ser um manual de implementação da abordagem *STEAM*. Seu objetivo é de sugestão, de oferecer um norteamento ao professor que, fazendo uso das metodologias ativas de ensino na sua prática pedagógica, possa tornar o conteúdo de frações uma atividade transdisciplinar e dinâmica em que o estudante tenha a capacidade de relacionar conteúdos de diferentes disciplinas com as vivências e as tecnologias tão presentes atualmente na rotina desse estudante permitindo que este, ao se deparar com a combinação desses conhecimentos, os mesmos possam fazer sentido para este estudante e permitam, ao mesmo tempo, uma compreensão holística do mundo e dos processos que envolvem o avanço do conhecimento.

Não se deve, entretanto, imaginar que apenas a utilização das metodologias ativas em substituição ao método tradicional de ensino fará com que a educação brasileira desponte entre as melhores do planeta. Infelizmente o problema da educação no país é muito mais complexo e demandará décadas de esforço da sociedade como um todo para atenuá-lo.

Considerando que a abordagem *STEAM* é uma proposta de ensino que instiga a criatividade dos estudantes e que, duas turmas diferentes, abordando um mesmo tema, apresentam probabilidade praticamente nula de desenvolverem um mesmo resultado, dadas as inúmeras variáveis envolvidas, o professor que decidir fazer uso da abordagem para abordar determinado assunto em várias turmas terá como certo que as produções apresentarão grande diversidade como se fossem temas diferentes.

REFERÊNCIAS

BACICH, Lilian; Neto, Adolfo Tanzi; Trevisani, Fernando de Mello. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

_____; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

BERLINGOFF, W.P.; GOUVÊA, F.Q. **A matemática através dos tempos: um guia fácil e prático para professores e entusiastas**. Trad. ELZA GOMIDE, ELENA CASTRO. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

BACICH, L; HOLANDA (ORG.) **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Organizadores: L. – Porto Alegre: Penso, 2020.

BOYER, C.B. MERZBACH, U. C. **História da matemática**. Trad. HELENA CASTRO. São Paulo: Blucher, 2012.

BLANCO, Rodrigo Morozetti. **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Curricular Comum**. Disponível em: [http:// basenacionalcomum.mec.gov.br](http://basenacionalcomum.mec.gov.br), 2018. Acesso em 10 de outubro de 2022.

BROWN. Tim. **Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CASTELLAR, Sonia M. Vanzella. **Metodologias Ativas: Introdução**. São Paulo: FTD, 2016.

CORDEIRO, Moisés Nivaldo; COIRO, Luciano Brasbiel. Apresentação dos números irracionais com o auxílio da TI: uma proposta de interface com o comportamento da tensão elétrica. In: COSTA, Luciano Andreatta Carvalho. (org.). **A docência em STEM: a sala de aula como o espaço do professor-pesquisador**. Editora CRV, 2020.

CUGINOTTI, Andressa Prata Cirino. STEAM na prática: exemplos de projetos. In: BACICH, L; HOLANDA, L (Org.) **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre: Penso, 2020.

AZEVEDO, Greiton Toledo de; MALTEMPI, Marcus Vinícius. Metodologias ativas de aprendizagem nas aulas de Matemática: equação da circunferência e construção criativa de pontes. **Revista Educação Matemática Debate**, Montes Claros, v. 3, n. 9, p. 236-254, set./dez. 2019. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/emd/article/view/89>. Acesso em: 13 Nov 2022

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Elo entre as tradições e a modernidade**. – 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

EDUCAÇÃO STEAM: insumos para a construção de uma agenda para o Brasil. Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Instituto Euvaldo Lodi. Brasília: CNI, 2021.

KIRK, G. S.; RAVEN, J. E. **Os filósofos pré-socráticos**. Trad. Carlos Alberto Louro Fonseca, Beatriz Rodrigues Barbosa e Maria Adelaide Pegado. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1979.

LIMA, Layara Karuenny Oliveira Silva; SANTOS, Ernani Martins dos. Metodologias ativas e suas contribuições para os processos de ensino e aprendizagem. **VII Congresso Nacional de Educação (CONEDU)**. Maceió, 2020.

LOPES, Renato Matos; SILVA FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimarães. (org). **Aprendizagem baseada em problemas**: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores. Rio de Janeiro: Publiki, 2019.

LORENZIN, Mariana; ASSUMPTÃO, Cristiana Mattos; BIZERRA, Alessandra. Desenvolvimento do currículo STEAM no ensino médio: a formação de professores em movimento in: **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

MAIA, D. L.; CARVALHO, R. A.; APPELT, V. K. Abordagem STEAM na Educação Básica Brasileira: Uma Revisão de Literatura. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 17, n. 49, p.68-88, out./dez.,2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13536>. Acesso em: 13 Nov 2022

MARINI, Eduardo. **Entenda o que é o Movimento Maker e como ele chegou à educação**. <https://revistaeducacao.com.br/2019/02/22/movimento-maker-educacao>, 2019. Acesso em 10 de outubro de 2022.

MURR, Caroline Elisa; Ferrari, Gabriel. **Entendendo e aplicando a gamificação (recurso eletrônico)**: o que é, para que serve, potencialidades e desafios. Florianópolis: UFSC : UAB (E-book), 2020.

OLIVEIRA, Camila Rezende; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; SANTOS, Anderson Oramisio. Metodologias Ativas e o Ensino da Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Valore**, Volta Redonda, 6 (edição especial): 40-54, 2021.

RODRIGUES, Laurien de Lucena Buscarons; Rocha, Silvana Heidemann. Ler, criar e jogar: metodologias alternativas para ensinar equação do 1º grau. **Cadernos PDE**. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor. SEED/PR., 2016. V.1. (Cadernos PDE).

OLIVEIRA, Liliane Prestes. **As dificuldades dos alunos do 6º ano do ensino fundamental no processo de ensino-aprendizagem em matemática**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013. Monografia.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor. **Cadernos PDE**, Curitiba: SEED/PR., 2016. V.1. (PDE).

PEREIRA, Marcos do Carmo. **Matemática e música** – De Pitágoras aos dias de hoje. Dissertação do PROFMAT. UNIRIO, Rio de Janeiro, 2013.

PUGLIESE, Gustavo Oliveira. **Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)**. UNICAMP. Dissertação. 2017.

RIBEIRO, Fernanda Carvalho. A escala musical como metodologia para o ensino de frações. **Cadernos PDE**. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor. SEED/PR., 2013. V.1. (Cadernos PDE).

ROQUE, Tatiana. **História da Matemática: Uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas**. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

RIBEIRO, Fernanda Carvalho. A escala musical como metodologia para o ensino de frações. **Cadernos PDE**. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor. SEED/PR., 2014. V.1. (Cadernos PDE).

SANTOS, Leila Terezinha. Investigação sobre o aprendizado da matemática no período de transição dos alunos do 5º para o 6º ano do ensino fundamental - **Cadernos PDE** - os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. SEED/PR., 2013. V.1. (Cadernos PDE).

SOUZA, Aliny Leda de Azevedo; VILAÇA, Argicely Leda de Azevedo; TEIXEIRA, Hebert José Balieiro. Os benefícios da metodologia ativa de aprendizagem na educação. In: COSTA, Gercimar Martins Cabral. (org.) **Metodologias ativas: métodos e práticas para o século XXI**. Quirinópolis, GO: Editorial GM.

SUCUPIRA, Iara da Silva; CATARINO, Giselle Faur de Castro. **Uma sequência didática nas aulas de matemática: frações**. 1ª Edição Editora UNIGRANRIO 2017. Disponível em: <https://cursos.univesp.br/courses/3247/modules/items/263058>. Acesso em: 25/11/2022,

TEODORO, Daniel Lino. **Aprendizagem em grupos cooperativos e colaborativos: investigação no ensino superior de química**. 2016. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75135/tde-13122016-093237/publico/DanielLinoTeodororevisada.pdf>. Acesso em: 14 set. 2022.